
MOBIILIVIDEOKONFERENSSIJÄRJESTELMÄT



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Forssa, 21.5.2010

Sami Suominen



Tietotekniikan koulutusohjelma
Forssa

Työn nimi Mobiilivideokonferenssijärjestelmät

Tekijä Sami Suominen

Ohjaava opettaja Jari Mustajärvi

Hyväksytty _____._____.20____

Hyväksyjä

FORSSA

Tietotekniikan koulutusohjelma

Tietokonetekniikka

Tekijä

Sami Suominen

Vuosi 2010**Työn nimi**

Mobiilivideokonferenssijärjestelmät

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää markkinoilla olevien videokonferenssilaitteiden ja -ohjelmien soveltuvuutta mobiili- ja opetuskäyttöön. Opinnäytetyön tilaajana oli HAMK, ja opinnäytetyö oli osa Mobiilit oppimisessa ja vuorovaikutuksessa -osahanketta. Hankkeen lopputulostavoitteena on hankkia kokemuksia mobiilien käytöstä oppimisessa ja yhteisöllisessä toiminnassa, sekä sosiaalisen median käytöstä mobiiliympäristössä. Mobiilivideokonferenssijärjestelmästä hyötyisivät erityisesti aikuiskoulutusopiskelijat, jotka eivät esimerkiksi työn takia aina voi osallistua oppitunnille.

Työn teoriaosassa käsitellään tämänhetkisten videokonferenssilaitteistojen ja videoneuvotteluohjelmien yleisesti käyttämiä tekniikoita, joihin kuuluu muun muassa laitteistokokoonpanot ja tiedonsiirtotekniikat. Tutkimusongelmana oli selvittää, onko matkapuhelimella mahdollista osallistua videokonferenssiin ja löytyykö markkinoilta matkapuhelimille suunnattuja neuvotteluohjelmia. Opettaja puolestaan osallistuisi videokonferenssiin tietokoneen avulla.

Opinnäytetyössä esitetyn tiedon ja teorian lähteenä käytettiin pääasiallisesti internetiä, neuvotteluohjelmien ominaisuuksien osalta ohjelman valmistajan tai ohjelman omia kotisivuja. Ohjelmien testauksen kohdalla huomiota kiinnitettiin yleisiin asioihin, jotka olivat testaajien mielestä tärkeässä asemassa neuvottelun sujuvuuden kannalta.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena selvisi, että vaikka markkinoilla on videoneuvotteluohjelmia tietokoneille, niiden tuki matkapuhelimille on toistaiseksi vähäinen. Myöskään kaikkien valmistajien lupaukset ohjelmien ominaisuuksista tai toimivuudesta eivät pitäneet paikkaansa. Lopulta päädyttiin suoratoiston käyttöön, jolloin opettaja lähettää oppitunnin suoratoistona, jota on mahdollista katsoa reaaliaikaisesti matkapuhelimen avulla. Kysymykset ja mahdolliset kommentit tunnin aikana hoidetaan tekstiviestien avulla.

Avainsanat videoneuvottelut, mobiililaitteet, mobiilipalvelut**Sivut**

35 s. + liitteet 9 s.

FORSSA
Information technology
Computer Engineering

Author Sami Suominen **Year** 2010

Subject of Bachelor's thesis Mobile videoconference systems

ABSTRACT

Purpose of this thesis was to research of the market for video conferencing hardware and software and find out are those compatible for mobile and educational use. The customer of the thesis was HAMK and thesis was a part of a Mobiilit oppimisessa ja vuorovaikutuksessa sub-project. The outcome of the project is to acquire experience of using mobiles in learning and community activities and use of social media in mobile environment. Mobile videoconference system would be a great benefit for adult students who, for example, can't always join the lessons because of work.

The theoretical part handles the modern video conferencing equipment and video conferencing programs. Commonly used videoconference techniques, which include hardware configurations and data transmissions, are explained among other things. The research problem was to determine whether a mobile phone is able to participate in videoconference, and is there in the market negotiating programs aimed at mobile phones. The teacher in turn, participates in videoconference using a computer.

The described theory and knowledge in the thesis is mainly collected from Internet. Information of conferencing programs and features of the programs, are gathered from the manufacturers or programs own home pages. In program testing, testers attention was focused on common things, which were important for fluent videoconference.

The thesis research results showed that although the market has video conferencing software's for computers, for mobile phones their support has so far been limited. Similarly, some of the promises of the manufacturers or the functioning of the characteristics of the programs were untrue. Final solution was the use of streaming system, where a teacher sends a lesson in video stream, which can be opened in real-time by a mobile phone. Questions and comments made during an hour are managed by text messages.

Keywords videoconferences, mobile devices, mobile services

Pages 35 p. + appendices 9 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	YLEISTÄ VIDEOKONFERENSSISTA	3
2.1	Laitteistot.....	4
2.2	Standardit	6
2.3	Kuvan ja äänen pakkaus, datan siirto	8
2.4	Suoratoisto.....	10
2.5	Tietoturva	10
3	NEUVOTTELUTILANTEET	12
3.1	Kahdenvälinen neuvottelu.....	13
3.2	Monenvälinen neuvottelu	14
3.3	Suuryhmän monenvälinen neuvottelu	14
4	VIDEOKONFERENSSIJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	15
4.1	Videokonferenssiohjelmat.....	15
4.1.1	Puhelinkohtaiset ohjelmat	15
4.1.2	Selainpohjaiset ohjelmat	16
4.1.3	Suoratoisto-ohjelmat	18
4.2	Järjestelmän toteutus yhdyskäytävän avulla	19
4.3	Matkapuhelimien videopuheluominaisuus.....	20
5	TESTATTAVAT OHJELMAT JA TESTAUSMENETELMÄT	21
5.1	Testaussessio 1	21
5.1.1	Testattavat ohjelmat	21
5.1.2	Testaustulokset	21
5.2	Testaussessio 2	22
5.2.1	Testattavat ohjelmat	22
5.2.2	Testaustulokset	23
5.3	Testaussessio 3	24
5.4	Testaussessio 4	26
5.4.1	Testattavat ohjelmat	26
5.4.2	Testaustulokset	26
5.5	Testaussessio 5	27
5.5.1	Testattavat ohjelmat	27
5.5.2	Testaustulokset	28
6	YHTEENVETO	29
	LÄHTEET	32
Liite 1	Darwin Streaming Serverin asennus	
Liite 2	Suoratoiston lähetys käyttäen VLC Media Playeriä	
Liite 3	Relay-tilan asettaminen Darwin Streaming Serveriin	

1 JOHDANTO

Matkapuhelinten kehittymisen myötä on kuluttajien ulottuville tullut monia uusia matkapuhelinten käyttömahdollisuuksia. Nopea 3G-verkko, joka kattaa jo hyvin laajan alueen maamme pinta-alasta, on mahdollistanut mm. videopuhelut tavallisten äänipuheluiden sijaan sekä internetin käytön melkein pä missä tahansa puhelimen avulla. Lisäksi monet eri yhteisöpalvelut ja -sovellukset ovat tulleet matkapuhelimiin, esim. YouTube, Facebook ja Windows Live Messenger. Näiden lisäksi uusia sovelluksia ja palveluja, joita on mahdollista käyttää niin kotitietokoneella kuin matkapuhelimella, kehitetään koko ajan.

Myös tietokoneilla on tullut mahdolliseksi soittaa videopuheluja ja pitää videoneuvotteluja ja -konferensseja. Enää ei tarvita arvokasta neuvottelulaitteistoa ISDN-yhteydellä, vaan neuvottelu voidaan hoitaa IP-pohjaisesti vaikkapa kannettavalla tietokoneella, jossa on web-kamera, mikrofoni ja kaiuttimet. Markkinoille on tullut neuvotteluohjelmistoja, niin ilmaisia kuin kaupallisiakin, joiden avulla etäneuvottelu hoituu kätevästi. Yleensä etäneuvottelun avulla saadaan merkittävät säästöt niin ajallisesti kuin rahallisestikin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää markkinoilla olevien eri videokonferenssilaitteistojen ja -ohjelmistojen soveltuvuutta mobiili- ja opetuskäyttöön. Lähtökohtana on ollut, että oppitunti pidetään osittain videokonferenssina, jolloin oppilaat voivat osallistua tunnin seurantaan joko luokassa, tai etäopiskeluna matkapuhelimen avulla. Tällaisen käytön mahdollistavia ohjelmia on tässä opinnäytetyössä kartoitettu, sekä osaa ohjelmista on myös testattu. Paitsi, että neuvottelusovelluksen tulee toimia matkapuhelimessa, tulee sen toimia myös tietokoneessa, jonka avulla opettaja osallistuu videoneuvotteluun, sillä tietokonelaitteisto löytyy nykypäivänä miltei jokaisesta luokahuoneesta.

Tietokonekokoonpanon ei tarvitse olla mitenkään erityinen, vaan tavallisesti riittää, kun tietokoneeseen liitetään kamera, mikrofoni ja kaiuttimet. Luonnollisesti myös internet-yhteys tulee olla neuvotteluohjelman lisäksi. Luvussa kaksi pureudutaan tarkemmin laitteistovaatimuksiin, tämänhetkisten markkinoiden yleisimpiin tiedonsiirtoon liittyviin standardeihin, kuvan ja äänen pakkaukseen, sekä näiden siirtoon käyttäjien välillä. Lisäksi luvussa käsitellään suoraa TV-lähetystä muistuttavaa reaaliaikaista suoratoistoa sekä videoneuvottelujen tietoturva-asioita.

Neuvottelutilanteet voidaan jakaa eri ryhmiin sen mukaan, montako neuvottelijaa konferenssiin osallistuu, alkaen tavallisesta kahdenvälisestä neuvottelusta ja päättyen monenvälisen suurryhmien neuvotteluun. Nämä tilanteet vaativat luonnollisesti erilaiset järjestelyt ja toteutukset. Näistä, ja monista muista ennen neuvottelua huomioitavista asioista, kuten aikataulutuksesta, neuvottelumateriaalista ja käyttäytymisestä neuvottelun aikana, on kerrottu luvussa kolme.

Luvussa neljä on käsitelty videokonferenssijärjestelmän eri toteutusmahdollisuuksia. Neuvottelu voidaan toteuttaa erillisen neuvotteluohjelman avulla, selainpohjaisena (jolloin neuvotteluohjelma toimii selaimessa) tai suoratoistona. Neuvottelujärjestelmän toteutuksessa voidaan käyttää myös erillistä yhdyskäytävää, joka auttaa yhteyden muodostuksessa matkapuhelimen ja tietokoneen välillä. Myös matkapuhelinten videopuheluominaisuutta käsitellään tarkemmin tässä luvussa.

Testatut ohjelmat sekä testaustulokset ja -menetelmät on eritelty luvussa viisi. Testaussessiot ovat kronologisessa järjestyksessä, ja jokaisesta sessiosta on esiteltynä testatut ohjelmat, testauksen eteneminen ja tulokset. Ohjelmien käytännön toiminnasta on annettu myös kouluarvosanat asteikolla 1–5 (1=huono...5=hyvä).

Lopuksi on yhteenveto testatuista ohjelmista ja niiden toimivuudesta testauksen aikana. Luvussa on myös pintapuolisesti tarkasteltu Suomen puhelinkantaa. Lisäksi luvussa on pohdintaa videokonferenssiohjelmien tulevaisuuden näkymistä.

2 YLEISTÄ VIDEOKONFERENSSISTA

Videokonferenssilla tarkoitetaan kahden tai useamman henkilön välistä neuvottelua, jossa osallistujat eivät fyysisesti ole samassa tilassa, vaan kommunikoivat keskenään kuva- ja ääniyhteyden avulla. Äänen ja kuvan lisäksi neuvottelijoilla on yleensä jokin jaettu sovellus, esimerkiksi piirto-ohjelma, jonka avulla kaikki neuvotteluun osallistujat voivat tehdä merkintöjä. Lisäksi jaettavana voi olla osallistujien kesken myös muuta dataa ja aineistoa, esimerkiksi neuvottelumuistio. Videokonferenssi poistaa näin paikallaolo-ongelman, joka on säästöä niin rahallisesti kuin ajallisestikin, koska neuvottelijat voivat olla hyvinkin etäällä toisistaan. Lisäksi se lisää joustavuutta, ja helpottaa aikataulujen yhteensovittamista. Myös mahdollisen videokonferenssin (esim. luentotilaisuuden) tallentaminen, sekä myöhemmin julkaiseminen, tulee helpoksi videokonferenssilaitteiston myötä. (Liljavirta 2001; Räihä & Tervonen 2003; VideoFunet n.d.a.)

Neuvotteluun osallistujien kannalta on tärkeää, että yhteyden, erityisesti äänen, laatu on hyvä, sillä silmä pystyy täyttämään liikkeiden välivaiheet, mutta korva ei kykene täydentämään pätkivää ääntä. Myöskään yhteyden viive ei saa kasvaa liian korkeaksi, sillä äänen ja kuvan välisen viiveen ollessa liian suuri, menetetään kaikki kuvayhteyden edut. Lisäksi siirrettävää ääntä ja videota halutaan luonnollisesti seurata reaaliajassa. Näihin asioihin voidaan usein vaikuttaa jo oikeilla laitteistovalinnoilla. (Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Koska videokonferenssissa kuvan ja äänen lisäksi siirretään myös mahdollisesti muuta dataa, tärkeään asemaan nousevat laitteiston lisäksi myös siirtoyhteys, ja siirtoon käytettävät protokollat. Eri siirtoteille on kehitetty omat standardinsa. Standardit varmistavat sen, että eri valmistajien laitteistot ja ohjelmistot ovat riittävän yhteensopivia, jotta videoneuvottelu on mahdollista niiden välillä. Mikäli neuvottelussa käytetyt laitteet eivät tue samoja standardeja, yhteyden muodostus ei välttämättä onnistu ollenkaan. Lisäksi neuvottelujen kustannukset nousevat, jos esimerkiksi yritys tai yhteisö joutuu hankkimaan eri asiakkaitaan varten eri standardeja tukevia laitteistoja. (Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Koska pakkaamattoman kuvan ja äänen siirto vaatii käytettävältä siirtoyhteydeltä suurta nopeutta, voidaan siirtoon vaadittua nopeutta pienentää pakkaamalla video ja ääni pienempään tilaan. Pienempään tilaan koodaus voi tapahtua joko kokonaan erillisellä koodekkilaitteistolla, tietokoneeseen asennettavalla erillisellä kortilla tai ohjelmistopohjaisella ratkaisulla. (Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Nykypäivänä merkittävä tekijä on myös tietoturva, joka tulee ottaa huomioon suunniteltaessa ja toteutettaessa myös videokonferenssiratkaisuja. Turvallisuus riippuu pitkälti siitä, käytetäänkö esim. piirikytkentäistä eli IP-pohjaista vai pakettikytkentäistä eli ISDN-pohjaista ratkaisua. (VideoFunet n.d.a.)

2.1 Laitteistot

Videoneuvottelulaitteisto rakentuu useista komponenteista, joilla kuvaa ja ääntä tallennetaan, välitetään ja vastaanotetaan. Yksinkertaisimmillaan laitteisto koostuu kamerasta, mikrofonista, kaiuttimista, monitorista ja neuvottelulaitteiston keskusyksiköstä, koodekista. Koodekin tarkoituksena on koodata eli muuttaa ja pakata analogiset kuva- ja äänisignaalit digitaaliseen muotoon. Tämän jälkeen pakatut signaalit siirretään eteenpäin vastaanottajalle joko tieto- tai puhelinverkkoa hyväksikäyttäen. Vastaanottaja puolestaan dekodaa, eli muuntaa saamansa datasisignaalit takaisin analogiseksi, jotta kuva ja ääni saadaan ymmärrettävään muotoon. (Haapasalo 2002; Räihä & Tervonen 2003; VideoFunet n.d.a.)

Koodekin tehtävänä on siis koodata ja dekodata lähetettyjä ja vastaanotettuja signaaleja. Koodekki itsessään voi olla joko täysin erillinen laite, joka saattaa sisältää esim. kameras ja mikrofonin. Koodekki voi myös olla tietokoneeseen asennettu erillinen kortti tai ohjelmallisesti toteutettu sovellus, jolloin kyseessä on ohjelmistokoodekki. Ohjelmistokoodekit ovat viime vuosina yleistyneet, kun IP-yhteydet (Internet Protocol) ovat kasvattaneet osuuttaan ISDN-yhteyksiä (Integrated Services Digital Network) suuremmiksi videoneuvottelujen siirtotienä, ja erilaiset videoneuvottelusovellukset ovat tulleet kotitietokoneiden ulottuville. (Haapasalo 2002; Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Välitettävän kuvan laatuun vaikuttaa merkittävästi videoneuvottelulaitteiston kamera, sekä käytössä oleva kuvastandardi. Monissa videoneuvottelulaitteistoissa kamera on järjestelmään integroituna. Nämä kamerrat ovat usein moottoroituja, joita pystytään etäohjaamaan liike- tai äänitunnistuksen avulla. Tällaiset kamerrat ovat yleisiä myös auditorioissa ja kokoushuoneissa. Käytettäessä esim. tietokonetta videoneuvotteluun, voidaan kamerana käyttää web-kameraa tai digivideokameraa, jonka liittäminen tietokoneeseen onnistuu helposti mm. IEEE1394-, FireWire-, ja USB-liitäntöjen kautta. Taulukossa yksi on esitetty yleisimmät kuvastandardien koot sekä niiden käyttökohteet.

TAULUKKO 1 Kuvastandardit

Nimi	Koko (pysty x vaaka) pikseleissä	Käyttökohde
SQCIF	128 x 96	Mobiililaitteet
QCIF	176 x 144	Digikamerrat ja mobiililaitteet
CIF	352 x 288	Videoneuvottelulaitteistot
4CIF	704 x 576	Televisio
16CIF	1408 x 1152	Videoneuvottelulaitteistot

Videoneuvottelujen standardikooksi on muodostunut CIF (Common Interchange Format) sekä sen eri neljännesvariaatiot. Kuvastandardien syntyyn on vaikuttanut lähinnä käytettävissä olleen siirtoyhteyden nopeus. Eri kuvakokojen avulla on saatu varattua siirtoyhteyttä myös käyttäjän muihin tarpeisiin. Vaikka isomman kuvan siirtoon vaaditaan enemmän nopeutta, on muistettava, että se on myös tarkempi, ja siten käyttäjäystävällisempi. (Haapasalo 2002; Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a; Vuorimaa 2006.)

Vastaanotettavan kuvan katsomiseen tarvitaan luonnollisesti monitoria, joita järjestelmästä riippuen voi olla yksi tai useampia. Mikäli käytetään esim. kahta monitoria, voidaan seurata myös ulos lähetettävää kuvaa tai esitettävää materiaalia. Tavallisesti myös tietokoneiden neuvotteluohjelmistoissa on mahdollista katsoa niin lähtevää kuin vastaanotettavaa kuvaa. Monitorina voi toimia vaikka tietokoneen näyttö, televisio tai dataprojektori. Monipisteneuvotteluissa, joissa on mukana useampia osanottajia, näyttö voidaan jakaa osiin siten, että kaikki osallistujat ovat nähtävissä, ja suurimmassa kuvassa näkyy se, jolla on puheenvuoro. Tällaisia ominaisuuksia on mm. uusimmissa kaupallisissa videoneuvottelujärjestelmissä. (Haapasalo 2002; Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Videoneuvottelussa tulee kuvanlaatua enemmän panostaa hyvään äänenlaatuun. Hätätapauksessa neuvottelu voidaan pitää ilman kuvayhteyttä, mutta ei ilman ääniyhteyttä. Laadukkaan ääniyhteyden luonnissa auttaa hyvälaatuinen mikrofoni. Kuten kamerakin, on moniin neuvottelulaitteistoihin mikrofoni jo valmiiksi integroituna, mutta samalla tavalla voidaan käyttää myös erillistä mikrofonia. Monissa erillisissä mikrofoneissa on lisäksi saatavilla hyödyllisiä ominaisuuksia, kuten kaiun- ja kohinanpoisto, sekä ylipäästösuojin. Integroiduissa mikrofoneissa ei näitä välttämättä ole. (Haapasalo 2002; Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Äänentoistoa tarvitaan, jotta kuullaan muiden neuvotteluun osallistujien puhe ja kommentit. Tietokonetta käytettäessä neuvottelulaitteistona riittävät yleensä tavalliset kaiuttimet tai kuulokkeet. Auditorioissa ja suuremmissa kokoushuoneissa yleensä on panostettu myös äänentoistoon, jolloin kaiuttimien lukumäärä on yleensä suurempi. Myös mahdollisen miksauslaitteen avulla voidaan parantaa äänenlaatua, ja poistaa mahdollisia häiriötekijöitä äänestä. (Haapasalo 2002; VideoFunet n.d.a.)

Koska lähtökohtaisesti tämän opinnäytetyön tarkoituksena on osallistua videoneuvotteluun myös matkapuhelimen avulla, pitää lisäksi huomioida mitä ominaisuuksia puhelimesta tulisi löytyä. Luonnollisesti puhelimella pystytään lähettämään ja vastaanottamaan ääntä puhelimen oman mikrofonin ja kaiuttimen avulla. Moniin puhelimiin on myös mahdollista liittää esim. ulkoiset kuulokkeet. Useimmissa tämän hetken älypuhelimissa on tarkkaankin kuvaan pystyvän näytön lisäksi myös kamera, joissakin malleissa jopa kaksi. Näistä yleensä toinen on sijoitettu samalle puolelle, jossa on puhelimen kuvaruutu. Tällöin neuvotteluun osallistujan ei tarvitse välillä kääntää puhelinta ja kameraa osoittamaan kasvoihin, vaan puhelin voidaan pitää koko ajan samassa asennossa. Nykypuhelinten 3G-tuki puolestaan on miltei minimivaatimus tiedonsiirron kannalta. Lisäksi kehittyneemmissä malleissa on tuki myös langattomalle verkkoyhteydelle, jolloin tiedonsiirtonopeus kasvaa, ja usein myös kustannukset pienenevät, mikäli käytössä on esim. julkinen wlan-yhteys. Lisäksi puhelimen tulisi tukea, käytettävästä videoneuvottelusovelluksesta riippuen, esim. Flash- tai Java-kehitysympäristöjä. Mikäli neuvottelu aiotaan toteuttaa selainpohjaisesti, tarvitaan internet-selainta. Jos puhelimesta puolestaan löytyy jokin mediatoistin, videokonferenssi voidaan toteuttaa suoratoistona.

2.2 Standardit

Videoneuvottelun tiedonsiirtoon voidaan käyttää IP-, ISDN- tai ATM-pohjaisia yhteyksiä. Koska tiedonsiirtotapoja on useita, on eri tiedonsiirtomenetelmille kehitetty erilaisia kansainvälisiä standardeja, jotka takaavat, että eri valmistajien laitteistot ja ohjelmistot ovat riittävän yhteensopivia, jotta videoneuvottelu olisi mahdollista niiden välillä. Standardit määrittelevät eri videoneuvottelun osiin sovellettavat protokollat. Osat koostuvat siirrettävästä videosta, äänestä ja datasta. (Liljavirta 2001.)

Varsinaisissa kaupallisissa koodekkilaitteistoissa piirikytkentäiset ISDN-yhteydet ovat pitkään olleet valta-asemassa. Piirikytkentä on tiedonsiirtomenetelmä, jossa vakionopeuksinen yhteys on auki koko ajan yhteyden tilaajien välillä, riippumatta siitä, siirretäänkö tietoa vai ei. Viime vuosina pakettikytkentäiset IP-pohjaiset yhteydet ovat kuitenkin vallanneet alaa. Pakettikytkentäisessä tiedonsiirrossa jaetaan siirrettävä tieto paketeiksi, tämän jälkeen avataan tiedonsiirtokanava ja pakettien lähetyksen jälkeen suljetaan kanava. IP-pohjaisten yhteyksien edut ovat erityisesti halvemmat käyttökustannukset ja monipuolisemmat ominaisuudet. (Haarala, Auvinen & Niemi n.d.; Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

Videoneuvottelun muodostus onnistuu myös ATM-pohjaisesti, joka yhdistää piirikytkentäisen ja pakettikytkentäisen tiedonsiirron hyvät puolet. ATM-pohjainen tiedonsiirto on soluvälitystä, jossa tieto pilkotaan vakio-kokoisiksi soluiksi, jotka siirretään kohteeseen koottavaksi alkuperäiseen muotoonsa. ATM-verkossa tietäntyyppiselle liikenteelle voidaan määrittää tiedonsiirtoa koskevat laatuparametrit (QoS, Quality of Service) ja tarvittaessa varata tietty siirtokaista. ATM-yhteyksillä myös hyvinkin suuret siirtonopeudet, ja siten esim. tarkat kuvanlaadut, ovat mahdollisia. (Häkkinen n. d; Liljavirta 2001; Peltonen 2006; Vuorimaa 2006.)

Myös 3G-verkkossa on videon, äänen ja datan siirtoon oma standardi, H.324m (merkitään myös 3G-324). Tämän pohjana on piirikytkentäinen toteutus, sillä sitä käytettäessä on aina 64 kilobitin kaistamäärä avoinna, eli koko yhteys varataan videopuhelua varten. Tätä standardia lähes kaikki nykyiset 3G-matkapuhelimet tukevat, ja puhelimissa on tavallisesti videopuheluominaisuus, jonka avulla voi kätevästi muodostaa kaksipiste-videoyhteyden. (Andberg 2005; Kolehmainen 2008.)

Seuraavaan taulukkoon on listattu tiedonsiirtomenetelmät, sekä niiden tukemat H.32x-standardit. Videon ja äänen pakkausta, sekä käyttäjien välis-
tän datan siirtoa käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.

TAULUKKO 2 Standardit

Standardi	VIDEO	ÄÄNI	DATA	MCU
H.320	H.261	G.711 G.722 G.728	T.120	H.231 H.243
H.321	H.261 H.263	G.711 G.722 G.728	T.120	H.231 H.243
H.322	H.261 H.263	G.711 G.722 G.728	T.120	H.231 H.243
H.323	H.261 H.263 H.264	G.711 G.722 G.723.1 G.728 G.729	T.120	H.323
H.324	H.261 H.263	G.723.1	T.120 T.434	N/A
H.324m	H.261 H.263 H.264	AMR G.722.2 G.723.1	H.245	N/A

Taulukosta puuttuu H.323:n tärkein kilpailija SIP-protokolla (Session Initiation Protocol), joka on tekstipohjainen HTTP-protokollaan (Hypertext Transfer Protocol) perustuva tietoliikenneprotokolla. Tästä syystä se on huomattavasti kevyempi merkinantoprotokolla kuin H.323. SIP-protokollan etuja H.323:een verrattuna ovat yksinkertaisuus ja joustavuus. SIP tarjoaa tarvittavat protokollaelementit mm. puhelun ohjaukseen, soittajan tunnistamiseen ja monipisteneuvotteluun. Yhteyden kuvaukseen SIP käyttää SDP-protokollaa (Session Description Protocol) ja reaaliaikaisen kuvan ja äänen siirtoon RTP-protokollaa (Real-time Transport Protocol). (3XC 2009; Calsoftlabs n.d.; Heikkinen, n.d.a; Heikkinen, n.d.b; IETF n.d.; Myllymäki 2008; Protocols.com n.d.; Vuorimaa 2006.)

Listauksesta näkee myös mikä tiedonsiirtoverkko tukee mitään H.32x-standardia. Eri standardien välillä ei ole hirveästi eroavaisuuksia, vaikka suora yhteyttä eri standardien välillä ei voidakaan luoda. Yhteyden luonti kuitenkin onnistuu yhdyskäytävän avulla, joka transkoodaa eri mediatyyppit siten, että kaikkien osapuolten laitteet niitä ymmärtävät. Transkoodaus tapahtuu 'lennossa', eli yhteyden aikana. Transkoodausta ovat mm. siirtoformaattien, kommunikointiprotokollien ja audio- ja videokoodekkien väliset muunnokset. Lisäksi yhdyskäytävän tehtäviin kuuluu yhteyksien solmiminen ja purku. (Heikkinen, n.d.a; Heikkinen, n.d.b; Liljavirta 2001; Vuorimaa 2006.)

Portinvartija puolestaan huolehtii käytettävän kapasiteetin varaamisesta. Sen avulla myös käyttäjien määrää voidaan tarvittaessa rajoittaa. Mikäli verkko on jo ylikuormittunut, ei portinvartija enää salli uusia yhteyksiä. Lisäksi portinvartijan tehtävänä on muuntaa ulkoa tulevat yhteyspyynnöt

sisäisiksi osoitteiksi ja päinvastoin. Portinvartijaa tarvitaan IP-pohjaisissa H.323-videoneuvotteluissa, sillä niissä verkon resurssit voivat olla rajoittava tekijä ja yhteys otetaan yleensä soittamalla toisen osapuolen IP-numeroon, joiden muuntamisen portinvartija hoitaa. (Heikkinen, n.d.a; Heikkinen, n.d.b; Liljavirta 2001; Vuorimaa 2006.)

Mikäli neuvotteluun osallistuu kolme tai useampi osanottaja, tarvitaan myös monipistepalvelin, MCU (Multi Connection Unit). Palvelin voidaan toteuttaa joko ohjelmallisesti tai puhtaasti laitteistopohjaisena ratkaisuna. Laitteistopohjainen monipistepalvelin koostuu yleensä kahdesta eri osasta, monipisteohjaimesta ja -prosessorista. Monipisteohjaimia on yleensä yksi, mutta monipisteprosessoreita voi olla useampia. Monipisteohjaimen tehtävänä on solmia neuvottelut ja monipisteprosessorin puolestaan muuntaa mediavirrat. Ne voivat joko yhdistää (miksata) tai kytkeä mediavirtoja. Yhdistäminen sopii hyvin äänelle ja kytkeminen videolle. Monipistepalvelimet voivat lähettää käyttäjille ääni-, video- ja datavirrat yksittäis-, ryhmä- tai yleislähetysinä. (Heikkinen, n.d.a; Heikkinen, n.d.b; Liljavirta 2001; Vuorimaa 2006.)

2.3 Kuvan ja äänen pakkaus, datan siirto

Kuten luvun 2.2. alussa esitettiin, kuva- ja äänisignaaleja pakataan ennen lähetystä ja pakkaus puretaan lähetysten jälkeen. Tällöin ei siirtoyhteydeltä vaadita niin paljoa kaistaa kuin silloin, jos lähetettäisiin pakkaamatonta materiaalia. Mikäli lähetettäisiin pakkaamatonta kuvaa (30 kuvaa/s), saataisiin seuraavanlainen kaistantarve eri kuvakooille, jotka on esitetty taulukossa yksi.

TAULUKKO 3 Kaistantarve

Kuva	Kaistantarve
SQCIF	4,4 Mb/s
QCIF	9,1 Mb/s
CIF	37 Mb/s
4CIF	146 Mb/s
16CIF	584 Mb/s

Kuten taulukosta kolme voi huomata, jo pienimmän kuvakoon lähetys pakkaamattomana vaatii yhteydeltä hyvin suurta kaistanleveyttä. Vertailun vuoksi todettakoon, että vuonna 2009 TeliaSoneran 3G-verkon teoreettinen nopeus oli 3,6 Mb/s, mutta todellisuudessa käyttäjät pääsivät noin 2-3 Mb/s nopeuksiin, joten 3G-verkon nopeus ei riittäisi edes pienimmän koodaamattoman kuvakoon lähetykseen. Lisäksi pitää muistaa, että kuvaa tärkeämpi ääni on myös lähetettävä. Tämän vuoksi on kehitetty erilaisia pakkausalgoritmeja, joiden avulla kuvan ja äänen kaistantarve saadaan pudotettua murto-osaan alkuperäisestä. (Klemetilä 2009; Liljavirta 2001.)

Kaikki pakkausstandardit eivät kuitenkaan tue kaikkia kuvakokoja, vaan pakkausstandardi on valittava käytettävän kuvakoon mukaan. H.26x-pakkausstandardien numerointi kertoo kehitysjärjestyksestä, H.261 on

vanhin ja H.264 uusin. Taulukkoon neljä on listattu eri pakkausstandardien tukemat kuvakoot.

TAULUKKO 4 Pakkausstandardien kuvatuot

Kuva	Pakkausstandardit
SQCIF	H.263, H.264
QCIF	H.261, H.263, H.264
CIF	H.261, H.263, H.264
4CIF	H.263, H.264
16CIF	H.263, H.264

Kehittynein H.264-standardi tukee myös suurempia kuvakokoja, aina 1920*1080-pikselikokoon asti. Tämän vuoksi se on hyvin monikäyttöinen, soveltuen niin mobiililaitteille kuin teräväpiirtotelevisiollekin. (Myllymäki 2008.)

Koska äänen dynamiikkaa pystytään pienentämään merkittävästi ilman, että ihminen kuulee äänessä eroa, on äänen pakkaukseen ja siirtoon omat standardinsa. Standardien merkittävimpinä eroina toistensa suhteen ovat mm. erilaiset pakkausalgoritmit, näytteenottotaajuuudet ja bittinopeudet (bit rate). Näytteenottotaajuus kertoo, montako kertaa otetaan näytteitä eli tarkistetaan muunnos (esim. 8 kHz = 8000 kpl/s) ja bittinopeus kuvaa, paljonko tarvitaan tiedonsiirtokapasiteettia (kb/s = kilobittejä/sekunti). Taulukosta viisi ilmenevät äänikoodekkien keskeisimmät eroavaisuudet.

TAULUKKO 5 Äänikoodekit

Koodekki	Algoritmi	Näytteenotto-taajuus (kHz)	Bittinopeus (kb/s)
G.711	PCM (Pulse Code Modulation)	8	64
G.722	SBADPCM (Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code Modulation)	16	64
G.723.1	Moninopeuskooderi	8	5,6 6,3
G.728	LD-CELP (Low-Delay Code Excited Linear Prediction)	8	16
G.729	CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic-Code Excited Linear Prediction)	8	8
AMR	ACELP (Algebraic-Code Excited Linear Prediction)	8	12,20 10,20 7,95 7,40 6,70 5,90 5,15 4,75

Näistä koodekeista AMR on käytössä 3G-verkossa, sillä se tukee monia bittinopeuksia ja on siten sopeutuvainen erilaisiin vastaanottoolosuhteisiin, koska esim. häiriöitä ilmetessä virheenkorjaukseen tarvitta-

via bittejä voidaan lisätä, mikäli puheen siirtoon tarvittavia bittejä voidaan vähentää. (Afterdawn, n.d.a; Afterdawn, n.d.b; Javvin, n.d.)

Datan siirtoon käyttäjien välillä käytetään T.120-standardia. Se on hyvin yleinen standardi, joka mahdollistaa dataneuvottelun eri valmistajien sovellusten välillä. Se sisältää joukon kommunikointi- ja sovellusprotokollia sekä -palveluita, jotka tukevat reaaliaikaista ja monenkeskistä dataneuvottelua. Käytännössä dataneuvottelulla tarkoitetaan esim. dokumenttien jakoa neuvottelijoiden välillä. T.120 on korvautumassa muilla standardeilla, kuten H.239. (Liljavirta 2001; Vuorimaa 2006.)

2.4 Suoratoisto

Tietokoneella ja matkapuhelimella on mahdollista myös lähettää ja vastaanottaa suoratoistovideota eli streamiä. Tällöin katsoja vastaanottaa videota ja/tai ääntä reaaliajassa. Pieni viive tietenkin syntyy, kun multimedialla lähetetään ja vastaanotetaan, mutta kyse on yleensä korkeintaan muutamien sekuntien viiveestä. Tiedostoa siis lähetetään käyttäjille koko ajan, vaikka se olekaan kokonaan valmistunut. Kyse on ikään kuin suorasta TV-lähetyksestä. Suoratoisto mahdollistaa suuren katselijamäärän esitykselle, mutta usein haittapuolena on se, ettei yleisöllä ole mahdollista esittää kysymyksiä tai kommentteja. Suoratoistoa onkin pitkään käytetty hyödyksi mm. suurten konferenssien järjestämisessä, sillä ne ovat usein tilanteita, joissa tarve kysymyksiä esittämiseen on vähäinen tai olematon. (Opettaja.tv ; SCS; VideoFunet n.d.b.)

Suoratoistossa lähetävä media pakataan ennen lähetystä. Pakkaustavat vaihtelevat tilanteen mukaan, yleensä se on jokin H.263- tai H.264-standardiin perustuva pakkausmuoto. Tämän jälkeen pakattu data lähetetään joko yksittäis- tai ryhmälähetyksenä vastaanottajille. Apuna voidaan myös käyttää jotakin palvelinohjelmistoa, jolle data lähetetään ja joka lähettää dataa edelleen käyttäjille. Käytännössä käyttäjät kuitenkin ottavat itse yhteyden palvelimeen, joka jakaa dataa käyttäjälle. (SCS; VideoFunet n.d.b.)

Tavallisimmat tiedonsiirtoprotokollat suoratoistossa ovat RTSP-, RTP- ja RTCP-protokollat (Real-time Streaming Protocol, Real-time Transport Protocol ja Real-time Transport Control Protocol). Myös SDP-protokollaa käytetään yhteyden kuvauksen luomiseen. Kyse on siis hyvin samankaltaisesta tiedonsiirrosta kuin SIP-protokollaa käytettäessä. (Calsoftlabs; IETF; VideoFunet n.d.b.)

2.5 Tietoturva

Mikäli videokonferenssi luodaan käyttäen IP-pohjaista ratkaisua, saattaa palomuuuri aiheuttaa ongelmia yhteyden muodostukseen. Palomuurit ja palomuuriohjelmistot sulkevat monet videoneuvottelulaitteiden käyttämät tietoliikenneportit, minkä vuoksi videoneuvotteluyhteyden ottaminen organisaation ulkopuolelta ei yleensä onnistu, ellei organisaation sisäpuolel-

la olevalle videoneuvottelulaitteelle ole avattu pääsyä palomuurin läpi. Käytettäessä puolestaan ISDN-yhteyksiä, palomuurit eivät ole esteenä, koska ISDN-yhteys rakentuu puhelinverkon kautta ja niiden tietoturvan perustaso on IP-yhteyksiä yksinkertaisempi asia. ISDN-yhteyttä käytettäessä tietoturvan tasoa ei siis tarvitse alentaa avaamalla organisaation palomuuriin aukkoja (portteja), sillä ISDN-yhteyden perustietoturva on korkeampi kuin IP-yhteyden; ISDN-yhteyden tietoturvaa voi verrata lankapuhelimen tietoturvatasoon. (Liljavirta 2001; VideoFunet n.d.a.)

3 NEUVOTTELUTILANTEET

Videoneuvottelulaitteistojen avulla saadaan siis poistettua paikallaolo-ongelma, pienennettyä rahallisia ja ajallisia kustannuksia sekä sovitettua yhteen aikatauluja. Mobiililla videoneuvottelulaitteella, kuten matkapuhelimella, myös neuvottelumahdollisuudet paranevat, sillä kompaktin koon ansiosta laite kulkee kätevästi mukana. Ainoiksi käyttöä rajoittaviksi tekijöiksi tulevat siirtoyhteyden muodostus sekä mahdolliset ulkopuoliset tekijät, esim. ympäristömelu. Näiden lisäksi on muutamia muita asioita, jotka on hyvä muistaa videoneuvottelua toteutettaessa, jotta neuvottelun kulku on jouhevaa, ja jotta neuvottelusta saadaan kaikki hyöty irti.

Kaikkien neuvotteluun osallistujien tulee tietysti tietää tarvittavat puhelinnumerot ja/tai IP-osoitteet, joihin yhteys muodostetaan. Neuvottelun järjestäjä tai vastuuhenkilö voi antaa em. lisäksi myös normaalin puhelinnumeron, johon voi ottaa yhteyttä, jos yhteyden muodostus ei jostain syystä onnistu. Yhteyden toimivuutta on myös hyvä testata ennen varsinaisen neuvottelun aloittamista. Neuvottelun alettua vielä varmistetaan, että kaikki osapuolet varmasti näkevät ja kuulevat toisensa. Mahdollisista ongelmista tulee ilmoittaa heti neuvottelun alussa. (Ruippo 2005; Räihä & Tervonen 2003.)

Neuvottelussa mahdollisesti käytettävä materiaali jaetaan osallistujille ennen neuvottelua, jotta kaikki voivat tutustua siihen etukäteen. Valitettavan usein on kuitenkin olemassa vaara, että tekniikka kaikesta huolimatta pettää; tällöin jokaisella osallistujalla on kuitenkin jonkinlaista tietoa käsiteltävästä asiasta. Mikäli neuvottelussa on käytössä jokin tiedoston jako -sovellus, jonka avulla esim. opettaja näyttää lisämateriaalia, tulee muistaa, että turhat 'hienoudet' tulee materiaalista jättää pois. Tekstin on oltava selkeää ja helppolukuista, eikä esim. kalvoja saa ahtaa liian täyteen. Myös liian kirkkaiden ja liian tummien värien käyttöä tulee välttää. (Ruippo 2005; Räihä & Tervonen 2003.)

Neuvottelun aikataulu on hyvä suunnitella ja sopia etukäteen. Jokaiselle käsiteltävälle asialle varataan tietty maksimiaika. Kaikkien neuvottelijoiden tulisi luoda yhteys jo ennen sovittua aloitusajankohtaa, jotta mahdollisia ongelmatilanteita voidaan yrittää ratkaista ja yhteydenottoja yrittää uusia, jos niissä on ongelmia. Näin neuvottelu-aikaa ei kulu turhaan teknisten ongelmien ratkomiseen. (Havukainen n.d.; Tahvanainen n.d.; Räihä & Tervonen 2003.)

Videoneuvottelussa tulee noudattaa yleistä käyttäytymisetikettiä; tarpeen vaatiessa esittäytyään alussa, odotetaan omaa puheenvuoroa, puhutaan selkeästi ja kuuluvasti, sekä käyttäytyään asiallisesti. Neuvottelijoiden tulisi myös muistaa katsoa kameraan puhuttaessa, ja pitää yllä katsekontaktia. Mikäli on monta neuvottelijaa, on yhden hyvä toimia puheenjohtajana ja esim. jakaa puheenvuoroja sekä seurata neuvottelun aikataulun kulkua. Ympäristöstä johtuvien häiriötekijöiden minimoimiseksi tulisi neuvottelutilan olla tietysti rauhallinen ja hiljainen ympäristö, jossa taustahäiriöitä ei

pääse syntymään. Neuvotteluhuoneet tavallisesti ovat hyvin äänieristettyjä ja kaiuttomia, mutta esim. kaikumista voi vähentää tavallisessakin huoneessa peittämällä ikkunat verhoilla, ja taustamelun vähentämisessä auttaa ilmastoinnin asettaminen minimiin. Aina ei kuitenkaan meluttoman tilan käyttö ole mahdollista, jos neuvotteluun joudutaan vaikkapa osallistumaan julkisella paikalla mobiililaitteen välityksellä. Tällöin esim. kuuloke–mikrofoni-yhdistelmän käyttö saattaa olla aiheellista. Myös rauhalliset värisävyt huoneessa parantavat lähetettävän kuvan laatua ja auttavat kuvan erottelua, räikeät värit ja kontrastit puolestaan käyvät katsojan silmille. Kamera tulee sijoittaa siten ettei siinä näy liikkuvia esineitä, suoraa aurin-
gonvaloa tai kulkureittiä. Myös mm. tietokoneruudut aiheuttavat tavallisesti välkkymistä kuvaan, joten niitä ei saisi olla kameran kuvakentässä. Valolähteiden, kuten lamppujen ja valaisimien tulisi olla kameran ja kuvattavan välissä, tai kameran takana. Mikrofonit tulee sijoittaa siten, että ääni kuuluu selkeästi (tätä asiaa tuskin voi liikaa korostaa). Näihin asioihin kannattaa kiinnittää huomiota jo neuvottelua järjestettäessä, ettei neuvotteluajaksi kulu turhaan ongelmien korjaukseen. Neuvottelun aikana ilmenevät häiriötekijät myös vievät helposti neuvottelijoiden huomion pois käsiteltävästä asiasta. (Internetix n.d.; Räihä & Tervonen 2003; Tahvanainen n.d.; VideoFunet n.d.c.)

Videoneuvottelun lopussa tai sen loputtua, on suotavaa antaa palautetta neuvottelusta, ainakin ensimmäisillä neuvottelukerroilla tai mikäli neuvotteluun osallistuu ensikertalaisia. Jokaisen tulisi kertoa, millainen kuva neuvottelusta jäi, oliko esim. opetus yhtä tehokasta kuin lähiopetus, pitivätkö aikataulut paikkansa, toimiko tekniikka moitteetta yms. Palautteen ansiosta voidaan seuraavaa neuvottelukertaa yrittää parantaa, jotta jokainen osallistuja saisi neuvottelusta kaiken irti. (Räihä & Tervonen 2003.)

Edellä mainittujen yleisohjeiden lisäksi jäljempänä käsitellään vielä muutamia asioita, jotka tulee ottaa huomioon eri neuvottelutyyppejä järjestettäessä. Nämä ohjeet koskevat lähinnä erilaisia laitteistopohjaisia ratkaisuja, esim. mitä neuvotteluyhteyden muodostukseen tarvitaan. Itse neuvotteluohjelmia ja laitteistoja esitellään tarkemmin luvussa 4.

3.1 Kahdenvälinen neuvottelu

Kahdenvälisellä neuvottelulla tarkoitetaan nimensä mukaisesti kahden henkilön välistä neuvottelua. Tämä on neuvottelutyypeistä helpoin toteuttaa, eikä välttämättä vaadi suuria investointeja laitteistolta, sillä esim. monissa älypuhelimissa on mukana videopuheluominaisuus, jonka avulla kaksi henkilöä saavat kätevästi luotua videoyhteyden toistensa välille. Mikäli toinen osapuoli kuitenkin haluaa käyttää neuvotteluun esim. tietokonetta tai videoneuvottelukoodia, tarvitaan myös tietokoneneuvottelua tukeva ohjelma matkapuhelimeen sekä mahdollinen yhdyskäytävä koodia varten, jotta yhteyden muodostus tietokoneen ja matkapuhelimen välillä onnistuu.

Koska neuvottelijoita on vain kaksi, ei varsinaista neuvottelun puheenjohtajaa tarvita, mutta esim. aikatauluista on kuitenkin hyvä sopia etukäteen, eli paljonko kummallakin on aikaa käytettävissä. Opetuskäyttöä ajatellen

ei kahdenvälisestä neuvottelusta suurta hyötyä ole, mikäli opettaja on luokassa ja osa oppilaista poissa, mutta jos opettaja on jostain syystä estynyt tulemaan, voi opettaja ottaa puhelimitse videoyhteyden jonkin oppilaan matkapuhelimeen, josta kuva ohjataan esim. TV-ruudulle. Tämä tietysti edellyttää, ettei opetus vaadi opettajan fyysistä läsnäoloa ja esim. oppimateriaalin jakamista oppilaille etukäteen. Matkapuhelimella muodostettavan videoyhteyden avulla myös esim. opettaja–oppilas-väliset palaverit hoituvat helposti.

3.2 Monenvälinen neuvottelu

Monenvälisessä neuvottelussa on useampia osanottajia. Osa neuvottelijoista voi olla samassa neuvottelutilassa (esim. opettaja ja 2/3 oppilaista ovat luokassa, jossa on videoneuvottelulaitteisto) ja osa neuvottelijoista (esim. loput 1/3 oppilaista) erillään toisistaan. Erillään olevat muodostavat videoyhteyden luokkaan ja siten kaikki voivat osallistua opetukseen. Opettaja toimii samoin kuin normaalissa lähiopetuksessa, eli jakaa muille tarpeen mukaan puheenvuoroja kysymysten esittämistä ja kommentointia varten.

Koska kyseessä on monipisteneuvottelu, tarvitaan matkapuhelimeen sitä tukeva neuvotteluohjelma, koska puhelinten videopuhelu-ominaisuudet eivät suoraan monipisteneuvottelua tue. Toinen vaihtoehto yhteyden muodostukseen on monipistepalvelin ja yhdyskäytävä -yhdistelmä, johon niin opettaja kuin oppilaat ottavat yhteyttä. Kummatkin ratkaisut sallivat myös yhteydenotot tietokoneella, jolloin voidaan käyttää esim. parempia kaiuttimia ja mikrofonia.

Opetustilannetta ajattelen paras tietysti on, jos opettaja ja esim. liitutaulu tms. näkyvät ulos lähetettävässä kuvassa, mikäli sellaista käytetään. Tätä parempi vaihtoehto on, että materiaali on valmistettu etukäteen ja se on kaikille jaettu. Mikrofoni ja kaiuttimet tulisi sijoittaa tilaan siten, että niin lähevä kuin tuleva ääni kuuluu hyvin.

3.3 Suuryhmän monenvälinen neuvottelu

Mikäli videoneuvotteluun osallistuu esim. monta suurta ryhmää, sekä yksittäisiä henkilöitä, tulee järjestelmän toteutus helpoimmaksi monipistepalvelimen ja yhdyskäytävän yhdistelmällä. Tämä sen vuoksi, että yhdyskäytävä hoitaa kaiken siirrettävän tiedon transkoodauksen. Tällöin on epätodennäköisempää, että tekniikka pettää, ja jokin ryhmä jää kokonaan neuvottelun ulkopuolelle.

Jokaisella ryhmällä pitää olla tällaisessa tilanteessa oma puheenjohtajansa. Lisäksi yhden henkilön tulee olla koko neuvottelun puheenjohtaja, joka jakaa puheenvuorot myös ryhmien ulkopuolella oleville henkilöille. Myös aikataulutus, ja mahdollisen materiaalin tuominen kaikkien ulottuville etukäteen on tärkeää, jotta neuvottelu sujuu jouhevasti ja neuvottelijat voivat miettiä mahdolliset kysymykset ja kommentit etukäteen yms. Yhteyden testaus ja mahdollisten ongelmien ratkaisu ennen neuvottelun alkua, tulee erityisesti tällaisessa tilanteessa myös muistaa.

4 VIDEOKONFERENSSIJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

Videokonferenssijärjestelmän tarkoituksena on toimia apuna opetuksessa. Tällöin oppilaat pystyisivät seuraamaan opetusta, vaikka eivät fyysisesti olisikaan paikalla. Luokasta kuva ja ääni lähetettäisiin matkapuhelimen, tietokoneen tai koodekkilaitteiston avulla. Markkinoilla onkin tarjolla runsaasti erilaisia ohjelmia aiheeseen liittyen. Videoneuvotteluominaisuudet löytyvät mm. ilmaisista Skype-internetpuheluohjelmasta sekä Windows Messenger Live! -pikaviestinohjelmasta. Lisäksi on tarjolla erilaisia 'web conference' -sovelluksia, joissa kuva- ja ääniyhteys keskustelijoiden välille muodostetaan internet-selaimen avulla.

Valitettavasti videokonferenssiohjelmistot eivät vielä juurikaan tue eri matkapuhelinmalleja. Suurin osa tuetuista puhelimista on Windows Mobile -käyttöjärjestelmällä, eikä esim. tukea Symbian-käyttöjärjestelmälle liiemmin ole, jota mm. Nokian N- ja E-sarjan puhelimet käyttävät. Useissa selainpohjaisissa konferenssisovelluksissa vaaditaan puolestaan tukea Adobe Flash- tai Java-kehitysympäristöille. Monista puhelimista toki löytyy tuki Flash Litelle, mutta tämä ei ole riittävä selainpohjaisille konferenssiohjelmistoille. Javan suhteen asia on hyvin samanlainen, puhelimista löytyy tavallisesti Java 2 Micro Edition -tuki (J2ME), kun neuvotteluohjelmat yleensä vaativat kehittyneempiä Java 2 Enterprise Edition- tai Java Standard Edition -tukia (J2EE ja J2SE).

Kuten luvussa 2.3. mainittiin, suora yhteyden muodostus eri standardien välille (tässä tapauksessa H.323 ja H.324m) ei onnistu. Ongelma voidaan kuitenkin ratkaista yhdyskäytävän avulla, joita myös markkinoilla on saatavilla. Sen tehtävänä on muuntaa standardien signaalit toisilleen ymmärrettävään muotoon. Valitettavasti kustannukset kuitenkin nousevat yhdyskäytävän hankinnan myötä melko reippaasti. Tiedot tahot ja organisaatiot, esim. Helsingin yliopisto, vuokraavat omistamiaan yhdyskäytäviä. Hinnat vaihtelevat sen mukaan, halutaanko luoda IP- vai ISDN-pohjaisia yhteyksiä. Keskimäärin hinta kuitenkin on 5 – 25e/h.

Tässä luvussa esiteltujen ohjelmien ja laitteiden tietojen lähteenä on käytetty ohjelman valmistajan tai ohjelman omia kotisivuja. Nämä kotisivut on listattu lähteiden lopussa.

4.1 Videokonferenssiohjelmat

4.1.1 Puhelinkohtaiset ohjelmat

Tähän lukuun on listattu eri mobiilisovelluksia, joilla monenväliset videopuhelut ovat mahdollisia. Sovellukset käyttävät IP-verkkoa yhteyden muodostukseen ja miltei kaikki tukevat myös SIP-protokollaa. Nämä sovellukset siis vaativat ohjelman asennuksen puhelimeen ennen kuin videopuhelu voidaan aloittaa. Taulukkoon 6 on ohjelmista listattu pääpiirteit-

täin tärkeimmät ominaisuudet, tuetut siirtotiet ja sovellusallustat sekä mahdolliset käyttökulut.

TAULUKKO 6 Puhelinkohtaiset ohjelmat

	TwiPhone	OctroTalk	iMiChat	Gizmo5	iVist	Ekiga
Videopuhelu	x	x	x	x	x	x
Äänipuhelu	x	x	-	x	x	x
Kahdenvälinen kokous	x	x	x	x	x	x
Monenvälinen kokous	x	x	?	x	x	?
Tiedostojen jako	-	x	?	x	-	-
Streaming	x	x	-	-	-	-
SIP-tuki	x	x	?	x	-	x
Wlan /3G/EDGE/GPRS	x/x/x/x	x/x/x/x	x/x/-/-	x/x/x/x	x/x/-/-	x/?/?/?
Symbian/Windows Mobile/iPhone	x/x/-	x/x/-	x/-/-	x/x/-	-/x/-	x/?/?/?
PC-käyttö	x	x	x	x	x	x
Käyttökustannukset	0,17 €/min	29,95 \$	Ilmainen	Ilmainen	4,95 \$/kk	Ilmainen
Muuta	Automaattinen uudelleensoitto	Kertamaksuinen lisenssi	Äänitiedostojen nauhoitus ja lähetys			H.323-yhteensopiva

x = toimii
- = ei toimi
? = ei tietoa

Kaikista ohjelmissa on peruskäyttöön tarvittavat ominaisuudet, joihin kuuluvat mm. kuvan ja äänen lähetys. iMiChat tosin sallii vain 'push-to-talk' -tyyppisen ääniviestinnän, sillä viesti pitää ensin nauhoittaa ja sitten lähettää se neuvottelun toiselle osapuolelle. Lisäksi monessa ohjelmissa on tekstipohjainen pikaviestintäominaisuus. Myös Symbian-tuki on kaikissa ohjelmissa paitsi iVisitissä, joka on suunnattu Windows Mobile - ja Pocket Pc -laitteille. iMiChat, Gizmo5 ja Ekiga ovat ilmaisohjelmia, TiViPhone veloittaa puolestaan käytetyn puheajan perusteella. OctroTalkista maksetaan käyttönoton yhteydessä lisenssimaksu, joka oikeuttaa 5 latauskertaan ensimmäisen vuoden aikana. iVisitistä puolestaan maksetaan joka kuukausi lisenssimaksu.

4.1.2 Selainpohjaiset ohjelmat

Myös selainpohjaiset sovellukset ovat viime aikoina yleistyneet erillisten neuvottelusovellusten lisäksi. Perinteisen videokonferenssi-käsitteen rinnalle ovat tulleet 'web conference' ja 'webinar', joka on johdettu englannin kielen sanoista 'web seminar'. Näiden webinar-sovellusten etuna on usein perinteisiin videokonferenssiohjelmiin verrattuna mm. helppokäyttöisyys, sillä selainpohjaisista sovelluksista on usein karsittu turhat toiminnot pois. Lisäksi ne ovat todella yhteensopivia, sillä ainoat vaatimukset oikeastaan ovat internet-yhteydellä varustettu tietokone, mikrofoni ja kuulokkeet. Näissä sovelluksissa käyttäjä kirjautuu internet-sivujen kautta chat-huoneeseen, jossa myös muut neuvottelijat ovat. Vaihtoehtoisesti käyttäjä aluksi luo huoneen itse, jonne muut puolestaan kirjautuvat sisään. Tämän jälkeen neuvottelu voidaan aloittaa. Kuitenkaan kaikki perusasiat, kuten tiedostojen tai työpöydän jako neuvottelijoiden kesken, eivät näillä sovelluksilla välttämättä onnistu. Lisäksi ne yleensä ovat hitaampia ja kuvan- ja äänenlaadultaan huonompia.

Ainut webinar-sovellusten pääasiallinen vaatimus on, että selaimesta löytyy Flash-tuki, jonka avulla saadaan hallittua kameraa ja mikrofonia. Jotkin webinar-sovellukset saattavat olla kuitenkin toimimattomia Linux-käyttöjärjestelmän kanssa, sillä Linuxilla ja Flashilla on ajoittain ollut yhteensopivuus ongelmia. Taulukkoon seitsemän on listattu muutamia ilmaisia webinar-sovelluksia.

TAULUKKO 7 Ilmaiset selainpohjaiset ohjelmat

	PalBee	ToxBox	MeBeam	Meebo	Zoho Meeting
Java-tuki vaadittu	-	-	-	-	-
Flash-tuki vaadittu	x	x	x	x	x
Ruudun jako	-	-	-	-	x
Tiedostojen jako	x	?	?	x	x
Video/Audio	x/x	x/x	x/x	x/x	x/x
Windows/Mac/Linux	x/x/-	x/x/x	x/x/x	x/x/x	x/x/x
Käyttökustannukset	Ilmainen	Ilmainen/osa ominaisuuksista maksullisia	Ilmainen	Ilmainen	Ilmainen/osa ominaisuuksista maksullisia

x = toimii
- = ei toimi
? = ei tietoa

Jokainen sovellus vaatii siis selaimelta toimiakseen Flash-tuen, joten tämän vuoksi ne eivät sovellu käytettäväksi esim. Symbian-käyttöjärjestelmän mobiililaitteilla. Ominaisuudet ovat ilmaisohjelmilla miltei identtiset, ja rahalla luonnollisesti saa lisää ominaisuuksia. Taulukkoon kahdeksan on vielä listattu muutamia täysin maksullisia neuvotteluohjelmistoja.

TAULUKKO 8 Maksulliset selainpohjaiset ohjelmat

	MegaMeeting	ConnectPro	Webex
Java-tuki vaadittu	-	-	x
Flash-tuki vaadittu	x	x	-
Ruudun jako	?	x	x
Tiedostojen jako	x	x	x
Video/Audio	x/x	x/x	x/x
Windows/Mac/Linux	x/x/x	x/x/x	x/x/x
Käyttökustannukset	45-499\$	45-55\$/kk	alk. 49 \$/kk

x = toimii
- = ei toimi
? = ei tietoa

Näissä ohjelmissa monet ominaisuudet, kuten työpöydän jako muiden neuvottelijoiden nähtäville, tulevat mukana vakiona. Tavallisesti myös toimivuus on parempaa, ja yhteydet käyttäjien välillä nopeampia. Lisäksi tarjolla on myös teknistä tukea ongelmatilanteisiin, mitä yleensä ei ilmaisohjelmilla puolestaan ole. Joten niille, jotka paljon neuvotteluohjelmistoa aikovat käyttää, pieni investointi tuo myös käytettäväksi monia lisäomi-

naisuuksia. Adoben ConnecProsta ja Ciscon Webexistä on saatavilla myös kehittyneimpiin matkapuhelimiin omat versionsa, esim. ConnectPro toimii Applen iPhonella ja Webex puolestaan Nokian N900-puhelimella.

4.1.3 Suoratoisto-ohjelmat

Koska matkapuhelimille tehtyjä videokonferenssiohjelmistoja, jotka tukevat monenvälistä neuvottelua, on markkinoilla tarjolla heikosti, vaihtoehtoisesti oppitunnin välitykseen voidaan käyttää suoratoisto-ohjelmaa tai -järjestelmää. Tunnin lopusta puolestaan muutama minuutti omistetaan tällöin oppilaiden kysymyksille. Tällä järjestelyllä ei tarvita monenvälistä neuvottelua tukevaa ohjelmaa, vaan riittää, että lähetetyn suoratoiston voi avata matkapuhelimella. Siten mahdollisimman moni pystyisi osallistumaan etäyhteyden avulla oppitunnin seurantaan. Tunnin lopussa pidettävä kyselyosio puolestaan toteutettaisiin esim. tekstiviestein tai pikaviestintäohjelman avulla. Taulukkoon yhdeksän on listattu eri ohjelmia, joilla suoratoiston lähetys ja katselu ovat mahdollisia.

TAULUKKO 9 Suoratoisto-ohjelmat

	Stickam	LiveCliq	VLC Media Player
Suoratoiston lähetys tietokoneella/matkapuhelimella	x/x	x/x	x/-
Suoratoiston katselu tietokoneella/matkapuhelimella	x/x	x/x	x/x
Paluukanava (chat tms.)	x	-	-
Windows/Linux/Mac	x/x/x	x/x/x	x/x/x
Windows Mobile/Symbian/iPhone	x/x/x	x/x/?	x/x/?
Käyttökustannukset	-	-	-

x = toimii
- = ei toimi
? = ei tietoa

Näistä Stickam ja LiveCliq ovat samankaltaisia ohjelmia, kumpikin on internetissä toimiva videoiden ”välityspalvelu”. Perusideana näillä ohjelmilla on, että käyttäjä pystyy lähettämään matkapuhelimellaan videokuvaa ohjelmien palvelimille, joista se on välittömästi muiden käyttäjien nähtävillä. Kummastakin ohjelmasta on saatavilla myös PC-versiot, joten suoratoiston lähetys onnistuu myös esim. web-kameran välityksellä.

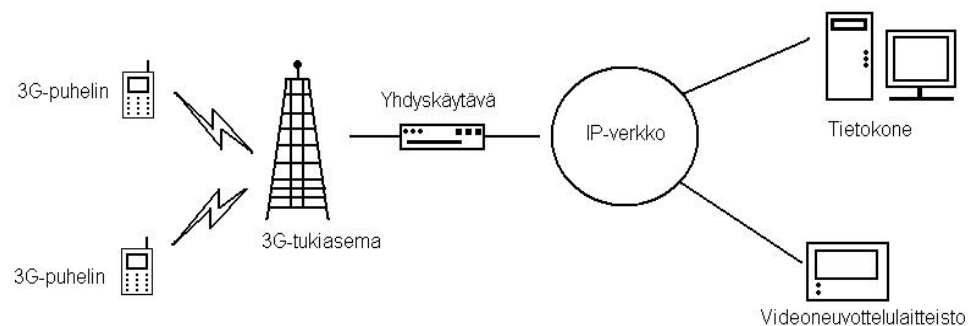
VLC Media Player puolestaan on avoimen lähdekoodin multimediatiedostojen toisto-ohjelma, jolla on mahdollista toistaa useimpia saatavilla olevia video- ja äänitiedostoja, joten se eroaa huomattavasti edellä mainituista ohjelmista. Lisäksi sillä on mahdollista lähettää ja katsoa suoratoistoa internetin välityksellä tai lähiverkossa. Ohjelmasta on saatavilla versiot monille eri käyttöjärjestelmille. Ohjelman kehitys aloitettiin vuonna 1996 VideoLan Client -nimellä, jolloin se oli toinen osa VideoLan-projektista. Toinen osa projektista oli VLS (VideoLan Server), mutta myöhemmin suurin osa VLS:n ominaisuuksista on sulautunut VLC Media Playeriin.

Ohjelma on saavuttanut suuren suosion runsaiden ominaisuuksiensa, alustariippumattomuutensa ja avoimen lähdekoodinsa vuoksi.

Koska VLC Media Player on itsenäinen mediasoitin, eikä varsinainen videonvälityspalvelu, kuten esim. Stickam ja LiveCliq, pitää käyttäjän itse järjestää videon jakelu palvelinohjelmiston avulla. VLC Media Playerissä on tosin myös sisäänrakennettu, erittäin yksinkertainen palvelintoiminto, mutta saatavilla on myös erityisesti suoratoiston jakeluun tarkoitettuja palvelinohjelmistoja, kuten Darwin Streaming Server, jota käytettiin testauksen yhteydessä. Se on Applen julkaisema avoimen lähdekoodin palvelinohjelmisto, joka perustuu Applen kaupalliseen Quick Time Streaming Serveriin. Darwin Streaming Server on nimensä mukaisesti tarkoitettu erityisesti suoratoiston jakeluun, sillä se tukee täysin RTP- ja RTSP-protokollien käyttöä. Lisäksi se tukee monia eri mediamuotoja, kuten mm. H.264/MPEG4- ja 3GP-standardeja. Alunperin ohjelmistosta julkaistiin vuonna 1999 vain Macintosh-versio, mutta myöhemmin saataville tuli myös Windows- ja Linux-versiot. Darwin Streaming Serveriä käytetään mm. videopalvelu Youtuben mobiiliversiossa.

4.2 Järjestelmän toteutus yhdyskäytävän avulla

Luvussa 2.3 käsiteltiin eri standardien yhdistämistä yhdyskäytävän avulla toisiinsa. Tällöin siis yhdyskäytävän avulla esim. H.323- ja H.324m-standardien liikennöinnit saadaan muunnettua kuvan yksi mukaisesti siten, että kumpikin osapuoli niitä ymmärtää. Koska videoneuvotteluun osallistutaan myös matkapuhelimella, tulisi yhdyskäytävän tukea myös H.324m-standardia.



KUVA 1 Yhdyskäytävän toiminnan peruseriaate

Koska uusissa 3G-puhelimeissa on myös SIP-tuki, yhdyskäytävän olisi hyvä tukea myös sitä.

Mikäli videoneuvottelujärjestelmä toteutetaan yhdyskäytävän avulla, avaa se jälleen uusia mahdollisuuksia käytettävien videokonferenssiohjelmien suhteen, sillä useita erilaisia H.323-ohjelmistoja on esim. PC:lle saatavilla, niin kaupallisia kuin avoimeen lähdekoodiinkin perustuvia. Myös suorat videopuhelut matkapuhelimen ja tietokoneen välillä tulevat yhdyskäytävän myötä mahdollisiksi, eikä varsinaista videokonferenssiohjelmistoa tarvita välttämättä ollenkaan. Seuraavassa taulukossa on kolmen eri valmistajan

yhdyskäytävät pääpiirteittäin, joilla on mahdollista muuntaa H.323- ja H.324m-standardien liikennöinnit.

TAULUKKO 10 Yhdyskäytävät

Tuotenimi	PSE 3G Gateway	3G Gateway	3G Gateway
Valmistaja	Mirial	Tandberg	Aethra
Tuetut standardit	H.323 H.324m SIP	H.323 H.324m	H.323 H.324m SIP
Tuetut videokoodit	H.263 H.264	H.264	H.263 H.264
Tuetut äänikoodit	G.711 G.723.1 AMR	G.711 AMR	G.711 G.723 G.729 AMR
Muuta	IVR Sisäinen portinvartija	IVR	QoS

Mirialin ja Aethran yhdyskäytävissä on tuettuja ominaisuuksia hieman enemmän kuin Tandbergin vastaavassa, sillä ne tukevat mm. myös SIP-protokollaa, Tandberg pelkäästään H.323- ja H.324m-standardeja. Lisäksi video- ja äänikoodien tuki on kahdella ensin mainitulla runsaampaa. Mirialin ja Tandbergin yhdyskäytävät tukevat myös IVR -tekniikkaa (Interactive Voice Response), jonka avulla käyttäjä voidaan ohjata palvelusta tai vastauspisteestä toiseen, riippuen käyttäjän näppäimillä tekemistä valinnoista.

4.3 Matkapuhelimien videopuheluominaisuus

Monissa nykyisissä matkapuhelimeissa yleistynyt videopuheluominaisuus H.324m-standardin myötä. Ominaisuus sallii kahdenväliset videopuhelut. Ainoat vaatimukset videopuhelulle ovat, että kumpikin neuvottelun osapuoli on 3G-peittoalueella ja että kummankin puhelin tukee videopuheluominaisuutta. Puhelujen hinnat vaihtelevat operaattoreittain, esim. DNA:lla ja TeliaSoneralla videopuheluiden hinta saman operaattorin liittymisiin on 0,19 €/minuutti ja muiden operaattorien liittymisiin 0,25 €/minuutti. Lisäksi esim. TeliaSoneralla on saatavilla videopuhelupaketti, jolla saa 50 minuuttia videopuheluaikaa hintaan 4,90 €/kuukausi. Tiedostojen jako -sovellusta suoraan neuvottelun aikana videopuhelut eivät tue, mutta tiedostojen lähetys puhelimesta toiseen kuitenkin onnistuu kätevästi ennen neuvottelua, ja matkapuhelimella on myös mahdollista noutaa esim. palvelimelta kokoussuunnitelma tms.

Matkapuhelimen oma näyttö ei kuitenkaan sovellu kovinkaan monen neuvottelijan seurattavaksi. Koska suoraa tukea monipisteneuvotteluille ei ole, pitää kuva saada ohjattua suuremmalle näytölle. Joissakin uusissa matkapuhelimeissa on myös TV-out-mahdollisuus, jolloin kuva saadaan siirrettyä TV:n ruudulle. Ulkoisten kaiuttimien ja mikrofonin avulla saadaan näin rakennettua helposti toimiva videokonferenssijärjestelmä, jossa voi kummassakin päässä olla monta neuvottelijaa.

5 TESTATTAVAT OHJELMAT JA TESTAUSMENETELMÄT

Tässä luvussa esitellään kaikki opinnäytetyössä testatut ohjelmat. Osa testatuista ohjelmista oli videokonferenssiohjelmia ja osa suoratoisto-ohjelmia. Videokonferenssiin osallistuttiin tavallisesti sekä tietokoneella, että matkapuhelimella. Suoratoisto-ohjelmia testatessa videostreamin lähetyks hoidettiin tietokoneella. Testauskriteerit olivat kaikille ohjelmille samat, huomiota kiinnitettiin käyttöönoton ja käytön helppouteen/vaikeuteen, kuvan- ja äänenlaatuun, sekä mahdolliseen viiveeseen, jota kuvassa ja äänessä saattaisi esiintyä. Edellä mainitut kriteerit myös pisteytettiin ohjelman testauksen yhteydessä. Arvosanat annettiin asteikolla yhdestä viiteen (1 = huono...5 = hyvä), ja nämä pisteet on taulukoituina testaussessio-raporteissa.

Pääpaino testauksessa oli Symbian-käyttöliittymää tukevien ohjelmien testauksessa, jota mm. Hamkin henkilökunnan käytössä oleva Nokian E61-älypuhelin käyttää. Testeihin osallistuttiin pääasiassa Nokian N80- ja E61-puhelimilla, mutta testeissä kokeiltiin kahdesti myös Applen iPhone-puhelinta ja sille räätälöityjä neuvottelusovelluksia, jotka muissa puhelimissa eivät toimineet.

5.1 Testaussessio 1

5.1.1 Testattavat ohjelmat

Kolen eri ohjelman soveltuvuutta videokonferenssin järjestämiseen ja siihen osallistumiseen testattiin 18.11. 2009. Ohjelmien testauksen jälkeen referenssinä testattiin matkapuhelinten kahdenvälistä videopuheluominaisuutta. Testattavat ohjelmat olivat Stickam, LiveCliq ja OctroTalk. Edellä mainituista ohjelmista OctroTalk oli varsinainen videopuhelusovellus, Stickam ja LiveCliq puolestaan suoratoisto-ohjelmia.

Lisäksi alkuperäiseen testaussuunnitelmaan kuului Gizmo5 ja TiviPhone-ohjelman testaus, mutta ennen varsinaista testaussessiota kävi ilmi, ettei ohjelmien internet-sivuilla mainitut monenväliset videopuhelut olleetkaan mahdollisia. TiviPhonen kohdalla lopullinen varmistus asiasta hankittiin sähköpostitse ohjelman valmistajalta Latviasta. Kummallakin ohjelmalla kyllä onnistuu esim. tietokoneen ja matkapuhelimen välinen videopuhelu, mutta ei monenvälistä videopuhelua, joka oli yksi testauskriteereistä.

5.1.2 Testaustulokset

Ohjelmien testaus aloitettiin klo 9.00 aamulla suoratoisto-ohjelmien kokeilulla. Aluksi testattiin Stickam-ohjelmaa, jonka jälkeen vuorossa oli LiveCliq-ohjelma. Näiden jälkeen kokeiltiin OctroTalkia ja lopuksi vielä soitettiin kahdenvälinen videopuhelu, jotta saatiin varsinainen vertailukohta OctroTalkille. Seuraavaan taulukkoon on annettu ohjelmille arvosanat tar-

kasteltujen kriteerien perusteella, sekä laskettu keskiarvo saaduista arvosanoista:

TAULUKKO 11 Testaussessio 1 -arvosanat

	Kuvanlaatu	Äänenlaatu	Käytettävyys	Käyttöönotto	Viive	Keskiarvo
Stickam	2	2	4	4	2	2,8
LiveCliq	3	3	4	4	5	3,8
OctroTalk	2	3	2	2	3	2,4

Kuvan- ja äänenlaadussa sekä näiden viiveissä mikään ohjelma ei yltänyt operaattorien tarjoaman videopuhelun tasolle. Testauksen yhteydessä myös kävi ilmi, ettei LiveCliqillä voinut seurata suoratoistolähetystä reaaliajassa, vaan vasta sitten, kun lähetys oli päättynyt. Lisäksi OctroTalkin monenvälinen videopuhelu ei vastannut odotuksia, sillä ainoastaan kaksi henkilöä pystyi keskustelemaan samaan aikaan muiden keskustelijoiden ollessa tällöin 'pidossa'. Ohjelman tarjoama videopuhelu oli kuin suora kopio matkapuhelimen omasta videopuhelusovelluksesta. Stickam vastasi odotuksia kohtalaisen hyvin, ainoastaan viive kasvoi ajoittain niin suureksi, että yhteys lähetyksen lähettäjään katkesi. Ohjelmassa oli myös chatmahdollisuus, jonka avulla lähetyksen katsoja pystyy lähettämään kysymyksiä ja kommentteja videokuvan lähettäjälle. Stickam valittiin vielä testattavaksi toistamiseen, jotta voitaisiin todeta, onko viive koko ajan yhtä suuri, vai vaikuttavatko siihen esim. videokuvan lähetyssajankohdat, ja miten paljon ulospäin lähettävän kuvan lähetyssnopeus vaikuttaa vastaanottajan katsomaan suoratoistoon.

5.2 Testaussessio 2

5.2.1 Testattavat ohjelmat

11. helmikuuta 2010 järjestettiin toinen testaussessio. Tällöin testattaviin ohjelmiin kuuluivat jo kertaalleen testattu Stickam, sekä Darwin Streaming Server -palvelimen ja VLC Media Player -mediatoistimen kombinaatio. Jälkimmäisten osalta toteutettiin seuraavanlainen yhdistelmä: Darwin Streaming Server -palvelimelle lähetettiin VLC Media Playerillä suoratoistoa ja palvelin puolestaan välitti sitä edelleen matkapuhelimelle. Käytännössä tämä tapahtui siten, että VLC:llä luotiin palvelimelle SDP-tiedosto, joka sisälsi kuvauksen suoratoistosta, mm. siihen kuuluvat mediat (video, audio) sekä parametrit (esim. porttinumerot, koodekit, siirtoprotokollat). Tämän jälkeen käyttäjä ottaa yhteyttä matkapuhelimellaan SDP-tiedostoon, ja saa siten tiedot suoratoistettavasta mediasta. Mikäli puhelin hyväksyy parametrit, aukeaa puhelimen mediasoitin ja puhelin lukee tietoa puskurinsa RTP-protokollaa käyttäen. Puskurin täytyttyä alkaa mediasoitin toistaa suoratoistoa (puskurilla tarkoitetaan tässä muistia, eli puhelin koko ajan lataa mediaa muistiinsa ja sitä mukaa toistaa sitä). Puskurin ansiosta voi latausnopeus hieman vaihdella ilman, että käyttäjä huomaa sitä. Mikäli latausnopeus laskee kuitenkin liian alhaiseksi, alkaa toisto nykiä ja

pätkiä ja pahimmassa tapauksessa katkeaa kokonaan siksi aikaa, kunnes puskuri on jälleen saatu täytettyä.

VLC Media Playerillä luotuun SDP-tiedostoon tallentuivat siis käytetyt parametrit yms. Näiden parametrien valitsemiseen VLC antaa käyttäjälle hyvin laajan valikoiman ja valittavissa on kaikki yleisimmät video- ja audiokoodekit. Lisäksi suoratoiston lähettäjä pystyy määrittämään sisään tulevan videon ja äänen bittinopeudet ja näytteenottotaajuudet sekä lähetettävän kuvan koon. Näin pystytään vaikuttamaan myös siihen, paljonko suoratoisto tarvitsee kaistaa näkyäkseen katsojilla sujuvasti ja pätkimättä. Testauksessa käytimme niin videon kuin äänen osalta MP4-koodekkia, joka on osa H.264-koodekkia. Bittinopeudet olivat videon osalta 128 kbps ja äänen osalta 32 kbps 32000 hertsin näytteenottotaajuudella. Kuvan koko oli puolestaan QCIF. Testaussuunnitelmaan kuului myös suoratoiston testaus, jossa video olisi pakattu MP4-koodekilla ja ääni AMR-koodekilla, mutta tämä jäi pois ajanpuutteen vuoksi.

5.2.2 Testaustulokset

Ensimmäisenä kokeiltiin Stickamia. Tulokset olivat hyvin samankaltaisia kuin edellisessä testaussessiossa, ohjelma toimi muilta osilta hyvin, mutta viive äänessä ja erityisesti kuvassa kasvoi häiritsevän suureksi. Ajoittain kuva jumiutui sekunneiksi paikalleen, toimi tämän jälkeen muutaman sekunnin ja jälleen pysähtyi. Viiveen syyksi epäiltiin ulkomailla sijaitsevien palvelimien sijaintia, koska tällöin suoratoisto menee aluksi Suomesta ulkomaille, jonka jälkeen palaa vastaanottajalle kotimaahan.

Darwin Streaming Server ja VLC Media Player -yhdistelmän testaus alkoi myös hankalasti, sillä aluksi palvelimeen ei saatu muodostettua yhteyttä Nokian E61-puhelimella. Tämän jälkeen puhelin vaihdettiin toiseen saman malliseen puhelimeen, jonka jälkeen yhteyden muodostus ja suoratoiston katselu onnistui. Suoratoiston katsominen onnistui myös PC:llä. Syy, miksi yhteyden muodostus ei ensimmäisellä E61-puhelimella onnistunut, jäi testaajille arvoitukseksi. Luultavimmin vika oli joissain puhelimen tai operaattorin asetuksissa.

Kun yhteys oli saatu muodostettua, havaittiin kuvassa ja äänessä viivettä, joka tosin pysyi vakiona eli toiston kannalta tästä ei ollut haittaa, sillä kuvan tai äänen pätkimistä ei ilmennyt. Toisin sanoen kuva ja ääni olivat keskenään oikein synkronoituina, mutta toisto tapahtui n. 30 sekunnin kuluessa lähetyksestä. Kuvan- ja äänenlaatu olivat erittäin hyvät verrattuna esim. Stickamiin. Kuvan koko oli myös huomattavasti isompi kuin Stickam-sovelluksessa.

Darwin Streaming Server antaa ylläpitäjälleen mahdollisuuden tarkkailla reaaliajassa muodostettujen yhteyksien määrää. Lisäksi yhteydestä näkyvät oleelliset tiedot, esim. latausnopeus, ladatun tiedon määrä, latausaika, lataajan IP-osoite yms. Tästä on hyötyä lähetyksen suunnittelussa, toteutuksessa ja valvonnassa. Seuraavassa taulukossa on arvosanat Darwin

Streaming Server ja VLC Media Player -yhdistelmälle, sekä keskiarvo saaduista arvosanoista.

TAULUKKO 12 Testaussessio 2 -arvosanat

	Kuvanlaatu	Äänenlaatu	Käytettävyys	Käyttöönotto	Viive	Keskiarvo
DSS & VLC	3	4	4	5	4	4,0
Stickam	2	2	4	4	2	2,8

Ainut, mitä testaajat jäivät kaipaamaan Darwin Streaming Server & VLC Media Player -yhdistelmältä, oli katsojan mahdollisuus esittää kysymyksiä ja kommentteja, joten mahdollinen paluukanava tulisi järjestää muulla tavoin, esim. tekstiviestein. Kuitenkin käytön helppous, toimintavarmuus, sekä sujuva toiston katselu olivat asioita, joka sai testiryhmän kallistumaan siihen tulokseen, että tämä järjestelmä valittiin kokeiltavaksi vielä toistamiseen Hämeen ammattikorkeakoulun tiloissa.

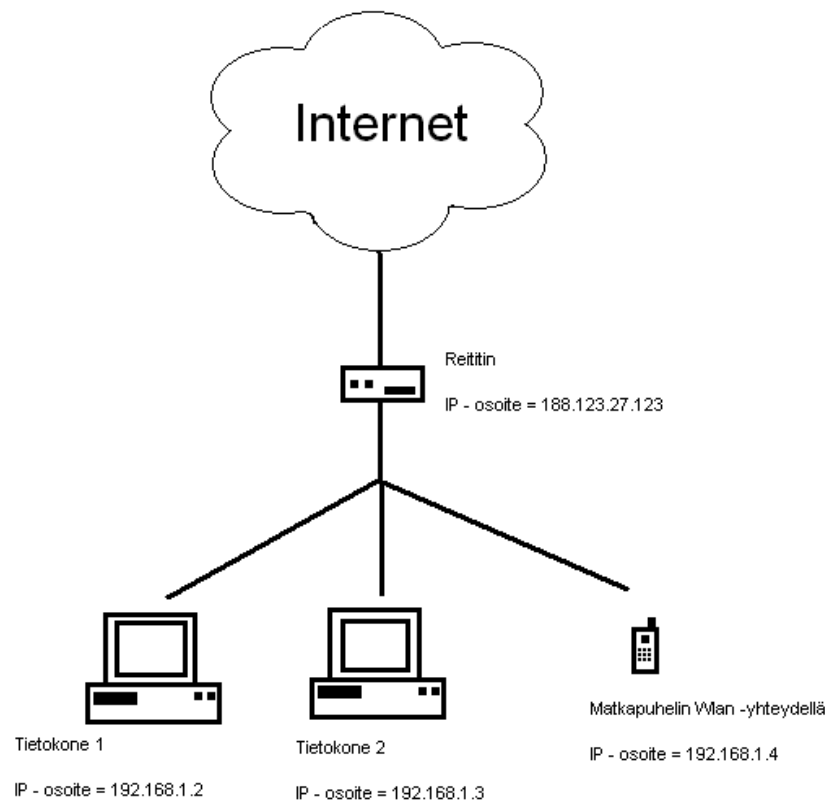
5.3 Testaussessio 3

Tässä raportissa on sivuttu hieman laajemmin myös osoitteenmuunnostekniikkaa, liittyen testauksen yhteydessä kohdattuihin ongelmiin.

Kolmas testaussessio järjestettiin Hämeen ammattikorkeakoulun Forssan yksikön tiloissa 26.2. 2010. Tarkoituksena oli testata Darwin Streaming Server ja VLC Media Player -yhdistelmää oikeassa opetustilanteessa. Palvelinohjelmisto asennettiin kannettavalle tietokoneelle, joka oli yhteydessä langattoman lähiverkon kautta ammattikorkeakoulun tietoverkkoon. Kamerana toimi USB-liitäntäinen web-kamera, ja mikrofonina bluetoothin välityksellä toimiva langaton mikrofoni. Edellä mainitut laitteet saatiin hyvin toimivaan VLC Media Playerin kanssa.

Yritettäessä ottaa matkapuhelimella yhteyttä kannettavalla tietokoneella sijainneeseen Darwin Streaming Server -palvelimeen, ongelmaksi muodostui ammattikorkeakoulun verkossa käytössä ollut NAT (Network Address Translation) eli osoitteenmuunnostekniikka.

Osoitteenmuunnos on internet-verkossa käytettävä tekniikka, jolla pyritään vähentämään tarvetta julkisille IP-osoitteille. Tällöin IP-osoitetta käyttävät laitteet, esim. tietokoneet, on (yleensä) kytketty osoitemuunnoksen tekemään reitittimeen, joka puolestaan on kytketty edelleen internet-verkkoon. Näin reititin käyttää itse yhtä julkista IP-osoitetta ja jakaa muille saman lähiverkon laitteille yksityiset IP-osoitteet. Tällä järjestelyllä tarvitaan siis ainoastaan yksi julkinen IP-osoite, joka näkyy internetin muille käyttäjille, mutta silti X määrä reitittimeen kytkettyjä laitteita voi olla yhteydessä internetiin, koska reititin on jakanut niille yksityiset IP-osoitteet, jotka eivät siis näy internetin muille käyttäjille. Kuvassa kaksi on esitetty yksinkertainen osoitteenmuunnostilanne.



KUVA 2 Osoitteenmuunnos

Yksityiset IP -osoitteet ovat osoitteita, joita ei missään tapauksessa reititetä internetin reitittimillä. Nämä osoitteet ovat väliltä 10.0.0.0–10.255.255.255, 172.16.0.0–172.31.255.255, 192.168.0.0–192.168.255.255 ja 169.254.0.0–169.254.255.255. Edellä mainitut osoitteet ovat vapaasti jokaisen käyttäjän käytettävissä, mutta internetiin niillä ei pääse ilman osoitteenmuunnosta. (Afterdawn n.d.c.; Tuominen n.d.)

Sen lisäksi, että julkisten IP-osoitteiden tarve vähenee, osoitemuunnostekniikan käyttö helpottaa IP-osoitesuunnittelua ja parantaa tietoturvaa, sillä se evää muilta ulkoverkon käyttäjiltä mahdollisuuden ottaa suoraan yhteyttä osoitemuunnoksen takana oleviin käyttäjiin, koska suora julkista IP-osoitetta ei ole. On kuitenkin muistettava, että vaikka NAT toimii eräänlaisena palomuurina, se ei kuitenkaan sitä varsinaisesti ole, eikä sitä siihen käyttöön ole suunniteltu. (Afterdawn n.d.c.; Tuominen n.d.; Vatiainen n.d.)

Osoitteenmuunnoksen käytön haittapuoliin voidaan myös laskea se, ettei suorat yhteydenotot käyttäjien välillä onnistu. Tämä estää tehokkaasti kaksisuuntaisten sovellusten käytön, esim. VoIPin, P2P-ohjelmat ja palvelinohjelmistot. Suurissa organisaatioissa IP-osoitesuunnitteluun tulee myös panostaa, sillä päällekkäin menevät NAT-osoiteavaruudet aiheuttavat ongelmia. Jäljitys NAT:in takana olevaan, esim. verkossa harmia aiheuttavaan käyttäjään, on myös hankalaa. (Afterdawn n.d.c.; Vatiainen n.d.)

Vaikka NAT olisi käytössä, yleensä on mahdollista reititin konfiguroida siten, ettei osoitteenmuunnoksen käytöstä ole haittaa. Yksi tällainen toi-

menpide on porttiohjaus. Portit ovat TCP/IP-protokollayhdistelmän (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) yhteydessä käytettäviä eräänlaisia "palvelupisteitä". Tietyt protokollat ovat kytkeytyneinä tiettyihin portteihin, esim. HTTP-protokolla käyttää porttia 80, Telnet porttia 23, POP3-sähköposti porttia 110. Samoin reitittimestä voidaan osoittaa siten, että otettaessa yhteyttä reitittimen julkisen IP-osoitteen tiettyyn porttiin, ohjautuu liikenne automaattisesti tietylle lähiverkon osoitteelle. Esim. käyttäjä ottaa yhteyttä reitittimeen osoitteella 188.123.23.127:5000, ohjautuu se lähiverkon tietokoneeseen, jonka IP-osoite on 192.168.1.2. Tämän jälkeen esim. Darwin Streaming Server konfiguroidaan käyttämään suoratoiston lähetyksessä porttia 5000, ja näin voidaan suoratoistoa lähettää lähiverkon tietokoneelta NAT:sta huolimatta. (Afterdawn, n.d.d.; Pasanen n.d.; Microsoft n.d.)

Toinen vaihtoehto on asentaa Darwin Streaming Server sellaiselle tietokoneelle, jolla on julkinen IP-osoite eli käyttäjät pystyvät jokaisesta verkosta muodostamaan yhteyden palvelimeen. Tämän jälkeen myös lähiverkon tietokoneella oleva Darwin Streaming Server asetetaan edelleen lähetys - tilaan (relay), jolloin se lähettää suoratoiston edelleen toiselle palvelimelle, josta käyttäjät voivat sitä katsoa. Tälläkin järjestelyllä suoratoisto saadaan kaikkien käyttäjien ulottuville osoitteenmuunnoksesta huolimatta.

Mikäli jostain syystä ei voida/haluta käyttää kumpaakaan edellä mainituista tapauksista, palvelimelle tulee järjestää julkinen IP-osoite. Tällöin suoratoiston katselu muillekin kuin lähiverkon käyttäjille on mahdollista.

5.4 Testaussessio 4

5.4.1 Testattavat ohjelmat

Adoben ConnectPro- sekä Ciscon Webex-neuvottelusovelluksia testattiin 26.4. 2010 Applen iPhone-matkapuhelimella. ConnectPro on saatavilla toistaiseksi ainoastaan iPhonelle, Webexin pitäisi tukea myös muita, mm. Nokian N- ja E-sarjan älypuhelimia, mutta testeissä näitä ei saatu toimimaan. Kumpikin neuvotteluohjelma vaatii ennen käyttöönottoa, että puhelimeen ladataan erillinen sovellus, jonka avulla neuvotteluun voi liittyä. Toisin kuin tietokoneella, iPhonella ei voi lähettää videota tai ääntä kummassakaan ohjelmassa, mutta kysymyksiä ja kommentteja voi toki esittää tekstipohjaisen chatin avulla. ConnectProssa äänen lähetys on mahdollista, kun hankkii erillisen telekonferenssioption ja ottaa sen käyttöön. ConnectProssa näkyy neuvottelun 'hostin', eli isännän lähettämä videokuva sekä hänen jakamat sovellukset, esim. PowerPoint-esitys, työpöytä tms. Webexissä puolestaan näkyy tietokoneella jaettava työpöytä ja sen tapahtumat sekä mahdollisesti neuvottelun isännän lähettämä videokuva.

5.4.2 Testaustulokset

ConnectPron iPhone-sovellus osoittautui kokonaisuutena erittäin käytettäväksi työkaluksi. Neuvottelun isännän videokuva ja ääni kuuluivat selväs-

ti, samoin jaetut sovellukset näkyivät hyvin. Chatin käyttö onnistui, mutta tekstin kirjoitus puhelimella neuvottelun aikana oli hieman vaikeaa. Käytönotto oli helppoa ja sovellus käynnistyi nopeasti. Myös sovelluksen toiminta oli vakaata.

Webex puolestaan vaati hieman tutkiskelua ennen käyttöönottoa. Lopulta selvisi, ettei sen avulla ole mahdollista osallistua kaikkiin Webexillä järjestettyihin tapahtumiin, ainoastaan tiettyihin kokouksiin voi liittyä mobiililaitteen avulla. Testauksen aikana viive kuvansiirrossa oli huomattavan pitkä, eikä ääniyhteys toiminut ollenkaan. Jaettu kuvaruutu kyllä välittyi, mutta yhteys katkeili useasti, ja puhelimen ruutu pysyi pimeänä. Tämän teki esityksen seuraamisesta erittäin vaikeaselkoista. Viestien välitys kyllä onnistui, mutta viive teki käytännössä kommunikaation mahdottomaksi. Taulukossa 13 on lisäksi arvosanat edellisten testausseSSIoiden mukaisesti.

TAULUKKO 13 TestausseSSIio 4 -arvosanat

	Kuvan-laatu	Äänen-laatu	Käytettä-vyys	Käyttöön-otto	Viive	Keski-arvo
ConnectPro	3	4	5	5	5	4,4
Webex	4	1	3	3	1	2,4

5.5 TestausseSSIio 5

5.5.1 Testattavat ohjelmat

Darwin Streaming Server ja VLC Media Player -suoratoistojärjestelmää testattiin toistamiseen 14.05. 2010 Hämeen ammattikorkeakoulun Forssan yksikössä. Tällä kertaa Darwin Streaming Server -palvelin asennettiin kahdelle koneelle, DMZ-alueella (demilitarized zone eli demilitarisoitu alue) sijainneelle palvelimelle sekä suoratoiston lähetyslaitteena toimineelle kannettavalle tietokoneelle. DMZ-alue tarkoittaa sitä verkon osaa, joka yhdistää organisaation muut aliverkot turvattomampaan alueeseen, esim. internetiin. Siten DMZ-alueen avulla saadaan yksi tietoturvaso lisä. Kannettava tietokone siis lähetti suoratoistoa Darwin Streaming Server -palvelimen kautta toiselle Darwin Streaming Server -palvelimelle, johon oli pääsy ulkoverkosta käsin portin 554 kautta. Koulun sisäverkosta puolestaan DMZ-alueen palvelimelle suoratoistoa lähetettiin porttien 6970–6971 kautta. Tällä järjestelyllä suoratoiston lähetyso onnistuu myös koulun sisäverkosta, vaikka siinä on NAT käytössä. Koulun sisäverkossa oleva palvelin vain asetettiin edelleen lähetyso -tilaan, jolloin suoratoisto lähettiin DMZ-palvelimelle, jossa se oli kaikkien nähtävillä. Kuvassa kolme esitetään testauksen periaate.



KUVA 3 Suoratoistojärjestelmä

5.5.2 Testaustulokset

DMZ-palvelimelle lähetetty suoratoisto saatiin avattua niin matkapuhelimella kuin tietokoneella. Kuten testaussessiossa kaksi, suoratoistossa oli jälleen vakiokokoinen viive, joka oli n. 30 sekunnin luokkaa, mutta ei haitannut suoratoiston katselua. Suoratoiston kuvan pakkaukseen käytettiin MP4-videokoodekkia ja äänen pakkaukseen ensimmäisellä kerralla MP4-audiokoodekkia ja toisella kerralla AMR-audiokoodekkia. Molemmilla audiokoodekeilla media toistua pätkimättä bittinopeuksien ollessa MP4-koodauksella n. 180–220 kb/s ja AMR-koodauksella n. 140–190 kb/s. MP4-audiokoodaus vaatii siis hieman suurempaa kaistanleveyttä, mutta on laadultaan hivenen AMR-koodausta parempi. 3G-verkon nopeus kuitenkin riittää hyvin vielä näiden bittinopeuksien toistoon.

VLC Media Playerissä ei ole vakiona mukana AMR-audiokoodekkia, mutta koodekin saa siihen, jos kääntää ohjelman itse lähdekoodista, kuten tässä tapauksessa tehtiin. Kyseinen toimenpide on hieman hankala ja aikaa vievä, eikä tässä opinnäytetyössä ole itse kääntämiseen perehdytty, mutta ohjeita tähän löytyy mm. VLC Media Playerin kotisivuilta.

Bittinopeus kasvoi kummallakin koodauksella, jos toistossa oli runsaasti puhetta ja kuvassa paljon yksityiskohtia. Suoratoistojärjestelmä kuitenkin vaikutti kaikin puolin toimivalta ratkaisulta. Taulukossa 14 on arvosanat testauksesta.

TAULUKKO 14 Testaussessio 5 -arvosanat

	Kuvanlaatu	Äänenlaatu	Käytettävyys	Käyttöönotto	Viive	Keskiarvo
DSS & VLC	3	4	4	5	4	4,0

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön yhteydessä kartoitettiin markkinoita melko laajasti videokonferenssiohjelmien osalta. Vaikka markkinoilla on tarjota tietokoneille erilaisia neuvotteluohjelmia, niin ohjelmisto- kuin selainpohjaisina toteutuksina, matkapuhelimille niitä on toistaiseksi melko vähän. Lisäksi tutkimusta vaikeutti se, että matkapuhelinvalmistajien ison lukumäärän vuoksi eri puhelinmallien lukumäärä kasvaa erittäin runsaaksi. Tästä puolestaan on seurauksena se, ettei markkinoilta löydy yleisluontoista neuvotteluohjelmaa, joka toimisi kaikilla puhelimilla, vaan ohjelmien valmistajat ovat usein keskittyneet tiettyyn valmistajaan tai tiettyyn puhelimen käyttöjärjestelmään (esim. Apple/iPhone OS, Nokia/Symbian, HTC/Windows Mobile). Vaikka tiettyä keskittämistä ohjelmistovalmistajilla onkin havaittavissa, videokonferenssiohjelmien yleisinä vaatimuksina voidaan kuitenkin pitää tavallisia älypuhelimista löytyviä toimintoja, eli 3G/WLAN-yhteyttä, internetselainta, mediatoistinta ja kameraa, jotka älypuhelimesta yleensä löytyvät, valmistajasta riippumatta. On hyvin mahdollista, että jokin tässä opinnäytetyössä esitellyistä neuvottelu- tai suoratoisto-ohjelmista sellaisessa puhelimessa toimii, jossa edellä mainitut kriteerit täyttyvät.

Mikäli neuvottelu- ja suoratoisto-ohjelmia tarkastellaan niiden pisteytyksen perusteella, parhaimmaksi osoittautui maksullinen Adobe ConnectPro. Sovellus osoittautui testeissä vakaaksi ja luotettavaksi, mutta se kuitenkin toimii toistaiseksi vain Applen iPhone-puhelimella.

Seuraavaksi parhaimmat pisteet sai ilmainen Darwin Streaming Server ja VLC Media Player -yhdistelmä, joka toimii valtaosalla älypuhelimista, mutta ei itsessään sisällä mitään paluukanavaa kysymyksille ja kommentteille, joten ne tulee hoitaa muulla tavoin, esim. tekstiviestein.

DSS & VLC -yhdistelmän jälkeen tulee ilmaisohjelma LiveCliq, joka ei kuitenkaan sovellu reaaliaikaiseen suoratoiston seurantaan, vaan tallennettu suoratoisto on matkapuhelimella nähtävissä vasta lähetyksen jälkeen. Mikäli esim. oppitunti halutaan tallentaa myöhempää katselua varten, siihen tarkoitukseen ohjelma on erinomainen vaihtoehto.

Neljänneksi sijoittui niinikään ilmaisohjelma Stickam, joka muistuttaa paljon Adoben ConnectPro:ta, sisältäen chat-tyyppisen paluukanavan. Valitettavasti heikko kuvan- ja äänenlaatu, sekä käytön aikana valtavaksi kasvava viive tekevät siitä erittäin epävakaa ohjelman.

Viidenneksi jäi maksullinen OctroTalk, joka muistuttaa paljon tavantomaista videopuhelua, mutta sisältää muutamia lisäominaisuuksia, mm. pikaviestien lähetyksmahdollisuuden. Myös OctroTalkin testauksessa viive kasvoi erittäin suureksi, mikä teki neuvottelusta vaikeaa.

Viimeiselle sijalle jäi edellisen tavoin maksullinen Webex, jonka suurimmaksi ongelmaksi myös muodostuivat viive ja epävakaus. Viiveen seurauksena neuvottelun tapahtumista ei saanut selvää, ja ääniyhteyden puut-

tumisen vuoksi kommunikointi käyttäjien välillä tapahtui ainoastaan chatin avulla, joka myös kärsi hitaudesta.

Alla olevaan taulukkoon on listattu testatut ohjelmat niiden saamien pisteiden mukaan. Lisäksi on mainittu, onko sovellus neuvottelu- vai suoratoisto-ohjelma.

TAULUKKO 15 Kaikki testatut ohjelmat

Ohjelma	Neuvottelu/Suoratoisto	Pisteiden ka.
ConnectPro	Neuvottelu	4,4
DSS & VLC	Suoratoisto	4,0
LiveCliq	Suoratoisto	3,8
Stickam	Neuvottelu	2,8
OctroTalk	Neuvottelu	2,6
Webex	Neuvottelu	2,4

Näistä ohjelmista parhaimmiksi osoittautuivat siis ConnectPro ja Darwin Streaming Server & VLC Media Player -yhdistelmä. Häntäpäähän jääneitä ohjelmia vaivasi viive niin pahasti, ettei niiden käyttöä voi suositella mobiililaitteilla. Viivettä ilmeni ohjelmissa myös silloin, kun puhelin oli yhdistettynä wlan-yhteydellä langattomaan verkkoon, joka on huomattavasti 3G-verkkoa nopeampi. Joten todennäköisesti hitaus johtuu itse puhelimeen ladattavien ohjelmien keskeneräisyyksistä tai vioista. Stickamin ja OctroTalkin osalta hitauden syiksi epäiltiin myös palvelimien sijaintia, jotka sijaitsevat todennäköisesti muualla kuin Suomessa, esim. Yhdysvalloissa. Mikäli näin on, tällöin viivettä syntyy väkisinkin, sillä kaikki liikenne kiertää sieltä kautta.

Opetuskäyttöä ajattelen, viime kädessä valinta jää opettajalle, käyttääkö hän oppitunnilla ConnectProta vai Darwin Streaming Server & VLC Media Player -yhdistelmää. Koska ConnectPro on täysverinen neuvotteluohjelma sisältää se laajemmat työkalut, kuin Darwin Streaming Server & VLC Media Player. Toisaalta, koska tuetut puhelimet rajoittuvat iPhoneen, on hyvä etukäteen selvittää, monellako oppilaalla kyseinen puhelin on käytössä, jotta neuvottelun järjestämisestä tulee järkevää. iPhoneja arvioidaan Suomessa olevan tällä hetkellä n. 30 000 kpl, eli alle prosentin verran Suomen matkapuhelinkannasta. Suosituin älypuhelin on Nokian E51, joita on n. 2 % matkapuhelimista. Seuraavaksi suosituin älypuhelin on Nokian N95. Kumminkin edellä mainitut puhelimet käyttävät Symbian-käyttöjärjestelmää, joiden eri versioita on 22 %:ssa laitteista. Suomen yleisin puhelin puolestaan on Nokia 2760, joita on 4,7 % matkapuhelimista. Kyseinen malli käyttää Nokia Series 40 -käyttöjärjestelmää, joka on käytössä puolessa Suomen matkapuhelimista. Luvut perustuvat Aalto-yliopiston syksyllä 2009 tekemään tutkimukseen. (Pitkänen 2010)

Mikäli iPhoneja ei ole kenelläkään käytössä, vaihtoehtona tällöin on lähettää tunti suoratoistona Darwin Streaming Server & VLC Media Playerin avulla, jota pystyy katsomaan hieman vanhemmallakin puhelimella. Puhelimen vaatimuksiin kuuluu vain mediasoitin, jolla on mahdollista katsoa

suoratoistoa ja 3G-tuki. Ensimmäisellä kerralla yhdistelmä on hieman työläs ottaa käyttöön, mutta kun asetukset on kerran saanut kuntoon, lähetyksen käynnistys on seuraavilla kerroilla todella helppoa.

Koska tekniikka kehittyy koko ajan, todennäköisesti markkinoille tulee vielä uusia neuvotteluohjelmia. Lisäksi aiemmin julkaistuja ohjelmia kehitetään lisää. Tämän vuoksi olisi hyvä ajoittain seurata esim. tässä opinnäytetyössä testattujen ohjelmien uusien versioiden julkaisuja sekä testata niitä. Tavallisesti yleisimmät ongelmat korjataan nopeasti, ja viiveen suhteen monien ohjelmien kohdalla tilanne voi olla jo aivan toinen uuden version myötä. Tietenkin ilmaisohjelmien kohdalla uusien versioiden julkaisu on yleensä hitaampaa kuin maksullisten ohjelmien suhteen.

Vaikka videopuheluista ei olekaan muodostunut samanlaista hittiä kuin aikoinaan tekstiviesteistä, on se vakio-ominaisuutena kaikissa tämän hetken älypuhelimissa. Mikäli ominaisuutta ei vähin äänin haudata, on mahdollista, että puhelINVALMISTAJAT itse kehittävät videopuheluominaisuutta lisää. Tällöin yksi uusi ominaisuus voisi olla monenvälinen videopuhelu, jolloin ulkopuoliset ohjelmistot putoaisivat kokonaan pois. (Kolehmainen 2008.)

Lisäksi vielä kehitteillä oleva 4G-verkko tulee mahdollistamaan entistä nopeammat tiedonsiirtonopeudet, sekä sen sisältö tulee tarjoamaan uusia ominaisuuksia. Tällaisia ovat mm. korkealaatuiset video- ja audiolähetykset, esim. teräväpiirto-televiolähetykset, joita on 4G-verkossa jo testattu, sekä videokonferenssit mobiililaitteiden välillä, joiden uskotaan kiinnostavan erityisesti yrityksiä. Aikatauluja varsinaisesta verkon rakentamisesta ei tiettävästi vielä ole, mutta teleoperaattori TeliaSoneran mukaan jo vuonna 2015 voi 4G-verkko kattaa saman peittoalueen kuin 3G-verkko kattaa tällä hetkellä. (Taito Oulu 400; Tietokone 2009.)

LÄHTEET

3XC, 2009. Mikä on SIP-protokolla?. 3XC Ltd. Viitattu 19.6. 2009.
<http://www.3cx.fi/voip-sip/sip.php>

Afterdawn, n.d.a Bittinopeus. Digitaaliseen videoon ja multimediaan erikoistunut sivusto. Viitattu 10.7. 2009.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/termit/bitrate.cfm>

Afterdawn, n.d.b Näytteenottotaajuus. Digitaaliseen videoon ja multimediaan erikoistunut sivusto. Viitattu 10.7. 2009.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/termit/naytteenottotaajuus.cfm>

Afterdawn, n.d.c. NAT. Viitattu 11.03.2010.
<http://fin.afterdawn.com/sanasto/selitys.cfm/nat>

Afterdawn, n.d.d. NAT porttien avaus teoria. Viitattu 11.03.2010.
http://keskustelu.afterdawn.com/thread_view.cfm/478020

Andberg, S. 23.5.2005. 3G-puhelimet ja videoneuvottelu. Helsingin yliopisto. Optek.blogi. Viitattu 30.6. 2009.
<http://www.valt.helsinki.fi/blogs/andberg/post17.htm>

Calsoftlabs, n.d. Basic Streaming Technology and RTSP Protocol. Viitattu 17.11. 2009. <http://www.calsoftlabs.com/whitepapers/streaming-video-technology.html>

Haapasalo, A. 3.4.2002. Videoneuvottelutekniikasta ja -laitteistosta. Viitattu 11.6. 2009. <http://www.kase.fi/verkoke/videoneuvottelu/tekniikka.ppt>

Haarala, J. Auvinen, A. & Niemi, A. n.d. ATM-lähiverkkolaitteet. Johdatus tietoliikenteeseen -kurssi. Jyväskylän yliopisto. Informaatioteknologian tiedekunta. Tietotekniikan laitos. Tietotekniikan harjoitustyö. Viitattu 19.6.2009. <http://users.jyu.fi/~annauvi/harjtyot/johdtli/ATM.html>

Havukainen, A. Internetix. n.d. Opettaminen ja esiintyminen videoneuvottelussa. Viitattu 19.6.2009.
<http://www.internetix.fi/opinnot/opintojaksot/3yhteiskunta/videoneuvottelu/esiintyminen.htm>

Heikkinen, K. n.d.a Multimediajärjestelmät. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknistaloudellinen tiedekunta. Tietotekniikan laitos. Multimediajärjestelmät-kurssi. Viitattu 12.6. 2009.
www.it.lut.fi/kurssit/04-05/010825000/luennot/b2.pdf

Heikkinen, K. n.d.b Monimedial jakelukanavat. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknistaloudellinen tiedekunta. Tietotekniikan laitos. Monimedial jakelukanavat -kurssi. Viitattu 12.6. 2009.
www.it.lut.fi/kurssit/07-08/CT30A4000/MMJK6.pdf

Häkkinen, V. n. d. Menetelmät palvelun laadun takaamiseksi aikakriittisille sovelluksille pakettiverkoissa. Teletekniikan erikoistyö. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta. Sähkö- ja tietoliikennetekniikan laitos. Tietovekkolaboratorio. Viitattu 25.6. 2009.
www.netlab.tkk.fi/tutkimus/ipana/paperit/palvla.pdf

IETF, The Internet Engineering Task Force. n.d. SDP: Session Description Protocol. Viitattu 11.02.2010. <http://www.ietf.org/rfc/rfc4566.txt>

Javvin, n.d. Voice compression protocols. Javvin Technologies, Inc. Viitattu 3.7. 2009. <http://www.javvin.com/protocolG7xx.html>

Klemettilä, P. 16.6.2009. 3G-verkko laajenee koko maahan. Hightech forum. Viitattu 13.05.2010.
<http://www.hightechforum.fi/index.cfm?j=801856>

Kolehmainen, A. 14.10. 2008. Mitä tapahtui videopuhelulle? Tietoviikko. Viitattu 26.6. 2009.
http://www.tietoviikko.fi/kaikki_uutiset/article147238.ece

Liljavirta, T. 2001. Videoneuvottelun tekniikkaa. Helsingin yliopiston tietotekniikkaosaston tiedotuslehti 2/2001. Viitattu 11. 6. 2009.
<http://www.helsinki.fi/atk/lehdet/201/videoneuvottelun%20tekniikkaa.html>

Microsoft. n.d. Palomuri: usein kysytyt kysymykset. Viitattu 10.03.2010.
<http://www.microsoft.com/finland/protect/computer/firewall/faq.msp>

Myllymäki, M. 26.6.2008. Aikuiskoulutuksen monimuotoistaminen koulutusteknologian avulla: Case Kokkolan yliopistokeskus. Tietotekniikan pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto. Tietotekniikan laitos. Aineenopettajakoulutuksen linja. Viitattu 19.6. 2009.
https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/18866/URN_NBN_fi_jyu-200808215671.pdf?sequence=1

Opettaja.tv, n.d. Mitä streaming (suoratoisto) on?. Viitattu 17.11. 2009.
<http://opettajatv.yle.fi/apua/streaming>

Pasanen, A. n.d. Portti. Mikrotuki- ja verkkopalvelut. Viitattu 10.03.2010.
<http://www.mikroverkot.fi/tuki/#P>

Peltonen, J. 2006. Liikkuvan kuvan siirto verkossa. Teletietotekniikka-kurssi. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekunta. Sähkö- ja tietoliikennetekniikan laitos. Tietovekkolaboratorio Viitattu 19.6. 2009.
<http://www.netlab.tkk.fi/opetus/s38116/1997/esitelmat/393011/>

Pitkänen, P. 7.5. 2010. Nokia 2760 on Suomen yleisin matkapuhelin. Digi-
today. Viitattu 15.5. 2010.
[http://www.digitoday.fi/mobiili/2010/05/07/tassa-on-suomen-suosituin-
kannykka/20106574/66](http://www.digitoday.fi/mobiili/2010/05/07/tassa-on-suomen-suosituin-kannykka/20106574/66)

Protocols.com, n.d. H.323 Protocols Suite. Viitattu 19.6. 2009.
<http://www.protocols.com/pbook/h323.htm>

Ruippo, M. 9.9.2005 Videoneuvottelulaitteisto ja kokoonpano. Viitattu
22.10.2009.
http://movenet.fi/index.php?option=com_content&task=view&id=66&Itemid=42

Räihä, T. & Tervonen, S. 14.8.2003. Videoneuvottelun perusteet. Kuopion
yliopisto. Oppimiskeskus. Viitattu 22.10.2009.
<http://www.uku.fi/opk/video/index.shtml>

SCS, Tieteen tietotekniikan keskus, n.d. Suoratoistotekniikka. Videotek-
nologia. Suomen korkeakoulujen ja tutkimuksen tietoverkko Funet. Viitat-
tu 17.11. 2009.
<http://www.csc.fi/hallinto/funet/video/suoratoisto/tekniikka>

Tahvanainen, J. n.d. Videoneuvottelun järjestäminen. Etäopetus ja oppi-
minen. Internet-pohjainen videoneuvottelu opetuksessa ja oppimisessa.
Viitattu 21.10.2009. <http://cc.joensuu.fi/~jptahva/etaopetus/etaopetus.htm>

Taito Oulu 400, 30.10. 2006. Mobiililaitteet. Viitattu 3.5. 2010.
<http://www.oulu.ouka.fi/taito/tietopaketit/teema2/index.htm>

Tietokone, 15.12.2009. Sonera: laaja 4g-verkko Suomeen 2015 mennessä.
Viitattu 3.5.2010.
[http://www.tietokone.fi/uutiset/sonera_laaja_4g_verkko_suomeen_2015_
mennessa](http://www.tietokone.fi/uutiset/sonera_laaja_4g_verkko_suomeen_2015_mennessa)

Tuominen, J. n.d. NAT. Tietoturvakurssin oppimateriaali. Viitattu
10.03.2010. <http://ope.hayo.fi/~jatu/oppis/dkturva/dkturvamateriaali.pdf>

Vatiainen, H. n.d. NAT ja NAT traversal. Verkkotekniikan jatkokurssi.
Tampereen teknillinen yliopisto. Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta. Tie-
toliikennetekniikan laitos. Verkkotekniikan jatkokurssi. Viitattu
10.03.2010. <http://www.cs.tut.fi/~hessu/nat-2007-4.pdf>

VideoFunet, n.d.a. Tietoa videoneuvottelusta, Tekniikka. Korkeakoulujen
videoteknologian yhteistyöverkosto. Videoneuvotteluopas. Viitattu 18.5.
2009.
[http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-
videoneuvottelusta/document.2009-02-25.7786012611](http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.7786012611)

VideoFunet, n.d.b Tietoa videoneuvottelusta, Mediavirrat. Korkeakoulujen videoteknologian yhteistyöverkosto. Videoneuvotteluopas. Viitattu 18.5. 2009.

<http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.3349531149>

VideoFunet, n.d.c Tietoa videoneuvottelusta, Tilat. Korkeakoulujen videoteknologian yhteistyöverkosto. Videoneuvotteluopas. Viitattu 22.10. 2009.

<http://video.funet.fi/videoneuvotteluopas/tietoa-videoneuvottelusta/document.2009-02-25.9979834931>

Vuorimaa, P. 2006. Multimediatekniikka. Luentomoniste 0.2. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu. Informaatio- ja luonnontieteiden tiedekunta. Tietotekniikan ja mediatekniikan laitos. Tietoliikenneohjelmistojen ja multimedian laboratorio. Multimediatekniikka-kurssi. Viitattu 11.6. 2009.

www.tml.tkk.fi/Opinnot/T-111.2350/2006/Mmtekn_0_2.pdf

NEUVOTTELU- JA SUORATOISTO-OHJELMIEN KOTISIVUT:

Adobe ConnectPro: <http://www.adobe.com/fi/products/acrobatconnectpro/>

Darwin Streaming Server: <http://dss.macosforge.org/>

Ekiga: <http://ekiga.org/>

Gizmo5: <http://www.google.com/gizmo5/>

iMiChat: <http://www.imichat.com/en/>

iVisit: <http://www.ivisit.com/>

LiveCliq: <http://www.livecliq.net/>

MeBeam: <http://www.mebeam.com/>

Meebo: <http://www.meebo.com/>

MegaMeeting: <http://www.megameeting.com/>

OctroTalk: <http://www.octro.com/>

PalBee: <http://www.palbee.com/index.aspx>

Stickam: <http://www.stickam.com/>

TiviPhone: <http://www.tivi.com/>

ToxBox: <http://www.tokbox.com/>

Zoho Meeting: <http://meeting.zoho.com/login.do?serviceurl=%2Fhome.do>

VLC Media Player: <http://www.videolan.org/vlc/>

Webex: <http://www.webex.com/>

YHDYSKÄYTÄVÄLAITTEIDEN KOTISIVUT:

Aethra 3G Gateway:

http://www.aethra.com/ProductDetails.asp?dp=70_Gateway,3G

Mirial PSE 3G Gateway:

http://www.mirial.com/products/PSE_3G_Gateway.html

Tandberg 3G Gateway:

http://www.ivci.com/videoconferencing_tandberg_3g_gateway.html

DARWIN STREAMING SERVERIN ASENNUS

Huom! Tässä ohjeessa selitetään Darwin Streaming Server -palvelinohjelmiston asennus tietokoneeseen, jossa on Windows XP -käyttöjärjestelmä. Esim. Linux-käyttöjärjestelmille on erilainen asennus, joten tässä ohjeessa annettuja tietoja voi soveltaa vain asentaessa palvelinohjelmistoa Windows XP -käyttöjärjestelmää käyttävään tietokoneeseen. Lisäksi seuraavista internet-osoitteista löytyy lisätietoa asennuksesta englanniksi:

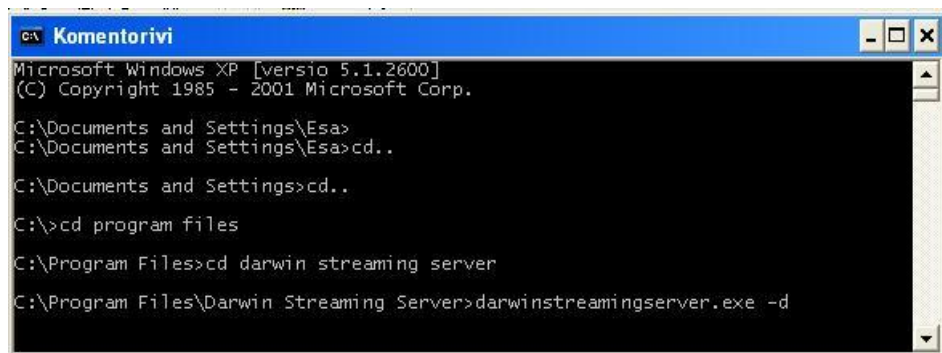
- 1: <http://junxian-huang.blogspot.com/2008/10/how-to-install-perl-in-windows-xp.html>
- 2: <http://junxian-huang.blogspot.com/2008/10/how-to-install-darwin-streaming-server.html>
- 3: <http://www.ja.net/documents/services/video/vtas/gd1.pdf>
- 4: <http://generally.wordpress.com/2007/08/07/how-to-setup-darwin-streaming-server-on-windows/>
- 5: <http://generally.wordpress.com/2007/08/22/setting-up-darwin-streaming-server-part-2/>

Darwin Streaming Server -ohjelmisto käyttää Perl-ohjelmointikieltä asennuksen sekä myöhemmin aina serverin käynnistyttyä yhteydessä, joten ActivePerl -ohjelmointikieli pitää olla asennettuna tietokoneeseen, johon palvelinohjelmisto asennetaan ja jossa sitä myöhemmin käytetään.

Aluksi ladataan ActivePerl osoitteesta <http://downloads.activestate.com/ActivePerl/releases/5.8.9.827/> (msi-tiedostot ovat automaattia 'installereita' Windowsille, joten valitaan joko x86- tai x64-msi-installeri, riippuen tietokoneen prosessoriarkkitehtuurista). Kun tiedosto on latautunut, käynnistetään ActivePerl asennus tuplakklikkaamalla ladattua installer-tiedostoa. Asennuksen kohtiin ei tarvitse puuttua, valitaan vain 'Next' ja lopuksi 'Finish'. Tämän jälkeen asennus on valmis.

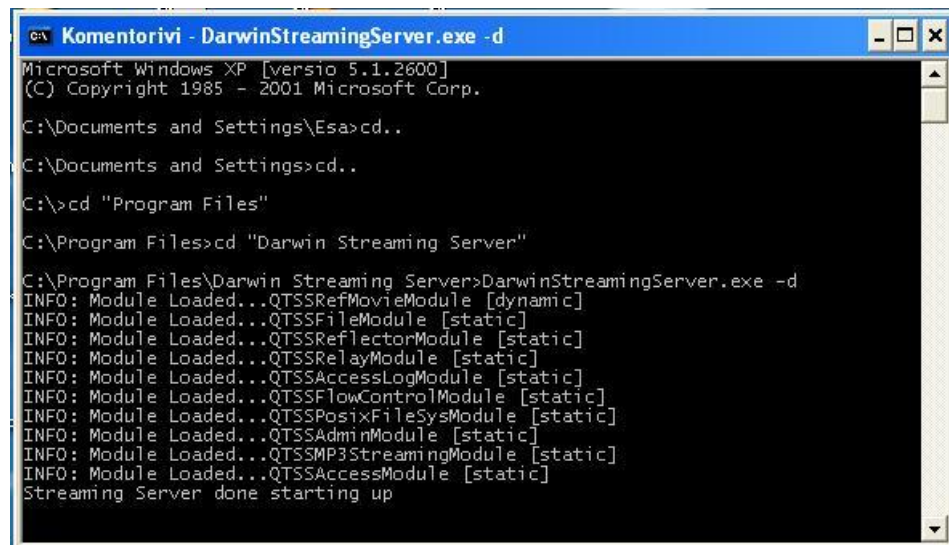
Kun ActivePerl on asennettu onnistuneesti, ladataan Darwin Streaming Server osoitteesta <http://static.macosforge.org/dss/downloads/DarwinStreamingSrvr5.5.5-Windows.exe> (.exe-päätteestä huolimatta kyseessä on zip-tiedosto, joka pitää purkaa). Tämän jälkeen paketti puretaan johonkin kansioon, esim. C:\dss. Tämän jälkeen kansioista, johon ladattu paketti purettiin, valitaan install.bat. Tämän jälkeen ohjelma asentuu ja asennuksen jälkeen käyttäjän tulee antaa admin-käyttäjätunnus sekä salasana ylläpitoa varten.

Kun käyttäjätunnus ja salasana on määritetty, voi komentotulkin sulkea. Darwin Streaming Server on nyt asennettu oletuksena kansioon C:\Program Files\Darwin Streaming Server\. Palvelimen voi käynnistää seuraavalla tavalla: valitaan Käynnistä -> Suorita. Tämän jälkeen siirrytään Darwin Streaming Server -kansioon, ja kirjoitetaan komento `darwinstreamingserver.exe -d` (seuraavissa kuvissa asiaa selvennetään, mikäli DOS -ympäristö ei ole tuttu).



```
C:\Documents and Settings\Esa>cd..
C:\Documents and Settings>cd..
C:\>cd program files
C:\Program Files>cd darwin streaming server
C:\Program Files\Darwin Streaming Server>darwinstreamingserver.exe -d
```

KUVA 4 Oikeaan kansioon siirtyminen

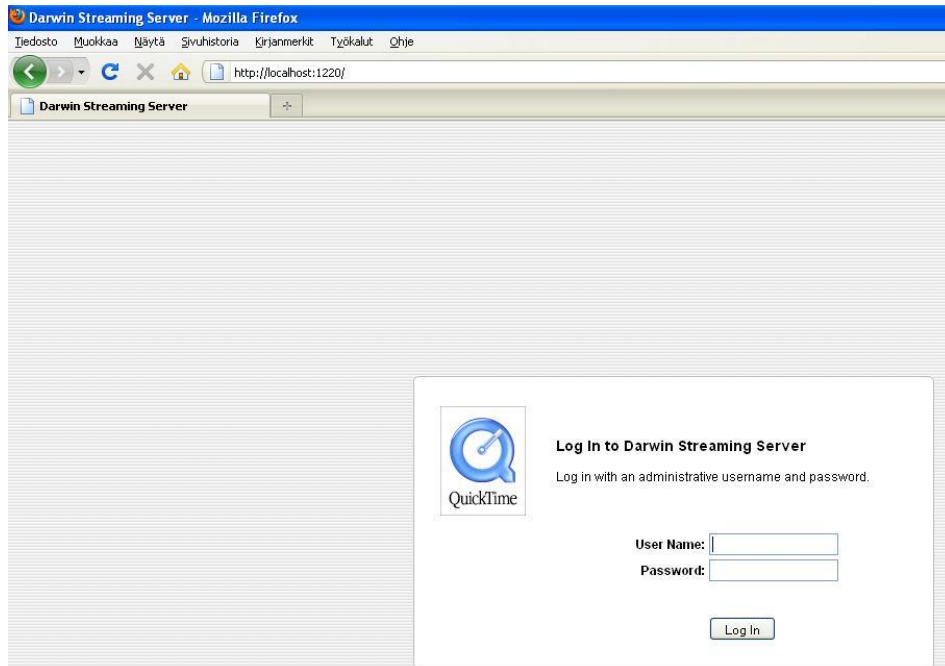


```
C:\Documents and Settings\Esa>cd..
C:\Documents and Settings>cd..
C:\>cd "Program Files"
C:\Program Files>cd "Darwin Streaming Server"
C:\Program Files\Darwin Streaming Server>DarwinStreamingServer.exe -d
INFO: Module Loaded...QTSSRefMovieModule [dynamic]
INFO: Module Loaded...QTSSFileModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSReflectorModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSRelayModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSAccessLogModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSFlowControlModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSPosixFileSysModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSAdminModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSMP3StreamingModule [static]
INFO: Module Loaded...QTSSAccessModule [static]
Streaming Server done starting up
```

KUVA 5 Palvelimen käynnistys

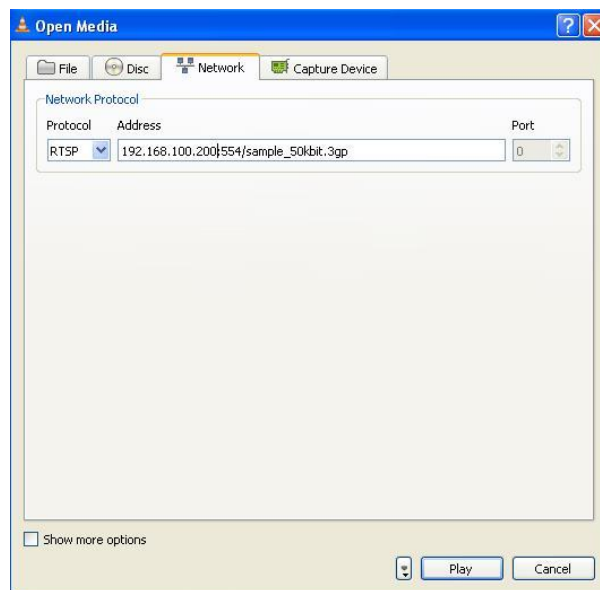
Komentotulkkia ei saa sammuttaa, vaan sen voi esim. pienentää yläkulmasta alas tehtäväpalkkiin. Tämän jälkeen valitaan Oma tietokone -> C: -> Program Files -> Darwin Streaming Server. Tämän jälkeen tuplaklikataan streamingadminserver.pl -kuvaketta. Nyt palvelin on käynnistynyt. Palvelimen osoite on sama kuin tietokoneen IP-osoite (IP-osoitteen saa selville valitsemalla jälleen Käynnistä -> Suorita-> ipconfig).

Seuraavaksi avataan internet-selain, ja kirjoitetaan osoiteriville localhost :1220. Mikäli ActivePerl ja Darwin Streaming Server on onnistuneesti asennettu ja serveri on päällä, tulee selaimen kirjautumislomake. Tähän syötetään aiemmin luodut käyttäjätunnus ja salasana. Tämän jälkeen pitää vielä luoda MP3 Broadcast -salasana (tähän voi laittaa esim. saman salasanan kuin admin-tunnuksella), päättää käytetäänkö SSL-salausta vai ei, osoittaa palvelimen mediakansio (oletuksena C:\Program Files\Darwin Streaming Server\Movies, tänne kansioon laitetaan kaikki palvelimella lähetettävä media) sekä päättää, sallitaanko median lähetys portista 80 (tämä kannattaa jättää valitsematta).



KUVA 6 Kirjautumislomake

Palvelinta voidaan testata avaamalla rtsp-protokollaa tukevalla ohjelmalla (esim. VLC Media Player tai Quicktime Player) jokin tiedosto palvelimen mediakansiosta. VLC Media Playerillä tämä tapahtuu seuraavasti: avataan VLC, valitaan Media -> Open network stream, protokollaksi RTSP, sekä osoitekenttään palvelimen IP-osoite tai localhost, portti (Darwin Streaming Serverin oletusporttina toistettavalle medialle on 554) ja toistettavan tiedoston nimi. Mikäli toisto onnistuu, on kaikki kunnossa, mikäli ei, kannattaa tarkistaa, että esim. portti 554 on auki palomuurista tai kokeilla toista tiedostoa.

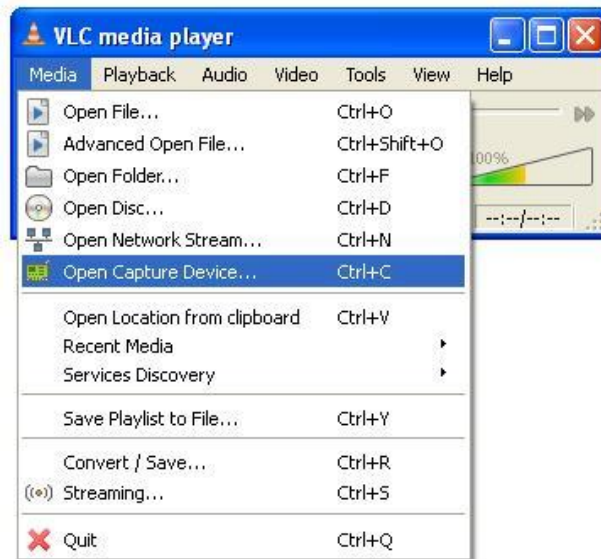


KUVA 7 Suoratoiston avaus

SUORATOISTON LÄHETYS KÄYTTÄEN VLC MEDIA PLAYERIÄ

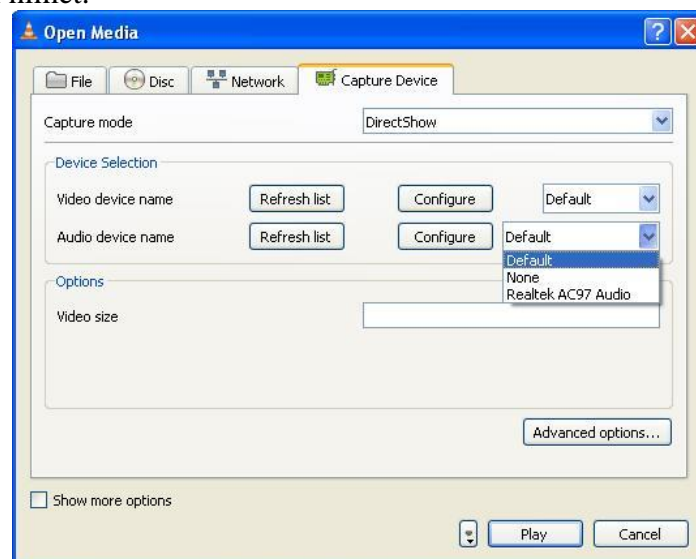
Huom! Suoratoiston lähetykseen vaatii web-kameran ja mikrofonin, joten ne tulee asentaa tietokoneeseen ennen kuin suoratoiston lähetykseen aloitetaan. Lisäksi asennettuna pitää olla Darwin Streaming Server. Ohjeet tähän löytyy liitteestä 1.

Kopioidaan VLC Media Player -ohjelma osoitteesta <http://www.videolan.org/vlc/> ja asennetaan se. Tämän jälkeen käynnistetään ohjelma ja valitaan Media -> Open capture device.



KUVA 8 Open capture device

Tämän jälkeen aukeaa Open Media -ikkuna, jossa näkyy kohdat 'video device name' ja 'audio device name'. Kummassakin kohdassa on valikko, josta on mahdollista valita mitä laitteita haluaa käyttää suoratoistoon. Tarkistetaan, että valikosta löytyy aiemmin asennettujen web-kameran ja mikrofonin nimet.



KUVA 9 Open Media -ikkuna

Painetaan 'Cancel', mutta ei suljeta VLC Media Playeriä. Tämän jälkeen luodaan esim. VLC-kansioon tai työpöydälle uusi tekstitiedosto painamalla hiiren oikeaa näppäintä ja valitaan Uusi -> Tekstitiedosto. Tämän jälkeen avataan tiedosto ja kopioidaan siihen alla oleva teksti:

```
call "c:\vlc-1.0.4\vlc-1.0.4\vlc.exe" -vvv dshow:// :dshow-vdev="Namuga 1.3M Webcam" :dshow-adev="Realtek HD Audio Input" :dshow-fps=20 -sout #transcode{venc=ffmpeg{keyint=1}, vcodec=mp4v, vb=256, width=176, height=144, acodec=mp4a, ab=32,samplerate=22050, channels="1"}:duplicate{dst=display, dst=rtp{dst=192.168.1.3, port=audio=6970, port-video=6971, mp4a-latm=1, ttl=127, name=testi, sdp="file://C:\\Program Files\\Darwin Streaming Server\\Movies\\testi.sdp"}}
```

Teksti on kirjoitettava yhteen ”pötköön”, koska kyseessä on komentojono. Välilyöntejä voi esim. pilkkujen välissä käyttää, mutta enterin käyttäminen on ehdottomasti kiellettyä, eikä tekstiä saa käsin yrittää tavuttaa helppolukuisemmaksi. Alla on vielä eritelty mitä eri kohdat komentojonossa tarkoittavat, ja mitä kohtia käyttäjä joutuu muuttamaan.

call "c:\vlc-1.0.4\vlc-1.0.4\vlc.exe" -vvv	- kutsutaan vlc.exe:ä
dshow:// :dshow-vdev="Namuga 1.3M Webcam"	- määritään käytettävän web-kameran nimi
dshow-adev="Realtek HD Audio Input"	- määritään käytettävän mikrofonin nimi
dshow-fps=20	- ruudun päivitysnopeus (tässä 20 kuvaa/s)
-sout #transcode	- kaapatus videon ja äänen muuntokomento
{venc=ffmpeg{keyint=1},	- käytettävän enkooderin nimi, tässä tapauksessa ffmpeg
vcodec=mp4v,	- käytettävä videokoodekki, tässä tapauksessa mp4v
vb=256,	- videon bittinopeus
width=176,	- kuvan leveys pikseleissä
height=144,	- kuvan pituus pikseleissä
acodec=mp4a,	- käytettävä audiokoodekki, tässä tapauksessa mp4a
ab=32,	- äänen bittinopeus
samplerate=22050,	- äänen näytteenottotaajuus
channels="1":	- äänikanavien määrä
duplicate{dst=display,	- kuva monistetaan, ensimmäisenä kohteena näyttö
dst=rtp	- toisena kohteena rtp-protokollalla määrittevä kohde
{dst=192.168.1.3,	- sen tietokoneen ip-osoite, jolla suoratoisto lähetetään
port=audio=6970,	- käytettävä ääniportti
port-video=6971,	- käytettävä videoportti
mp4a-latm=1,	- äänen 'leimaus', jotta matkapuhelin osaa sen avata
ttl=127,	- Time-to-Live, monenko reitittimen läpi data voi kulkea
name=testi,	- lähetyksen nimi
sdp="file://C:\\Program Files\\Darwin Streaming Server\\Movies\\testi.sdp")"	- sdp-tiedoston nimi, tässä tapauksessa testi.sdp

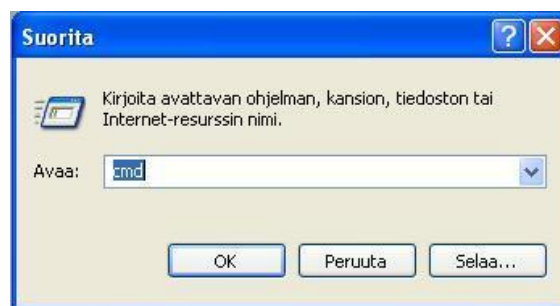
Kohdat, jotka on laatiokitu, ovat sellaisia, joita käyttäjä mahdollisesti joutuu muuttamaan

KUVA 10 Komentoiono eriteltyinä

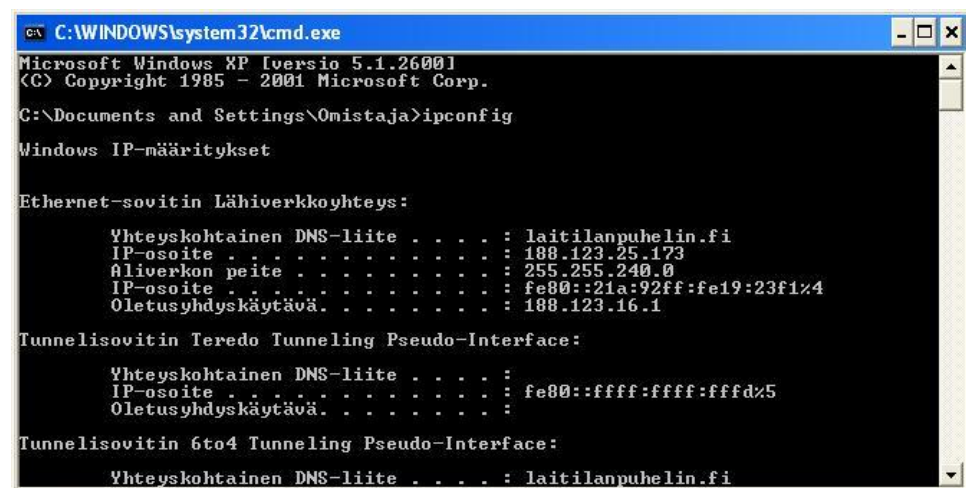
Ensimmäisenä on polku, johon VLC Media Player on asennettu, ja jossa siis sijaitsee vlc.exe. Tavallisesti tähän tulee C:\Program Files\VideoLAN\vlc-1.0.x, riippuen minkä version mediasoitimesta käyttäjä on asentanut. Käyttäjä itse voi myös määrittää, minne VLC:n asentaa, joten tätä voi siinäkin tapauksessa joutua korjaamaan.

Toisena ja kolmantena on web-kameran ja mikrofoniin nimet. Nimien tarkistus kerrottiin jo edellä, ja tähän kohtaan kirjoitetaan Open Media -kohdan listoissa näkyvät nimet.

Neljäntenä on suoratoistoa lähettävän tietokoneen IP-osoite. Tähän kohtaan laitetaan sen tietokoneen IP-osoite, jolla suoratoistoa lähetetään. IP-osoitteen saa selville valitsemalla Käynnistä -> Suorita -> cmd -> ipconfig.



KUVA 11 Suorita-kohta

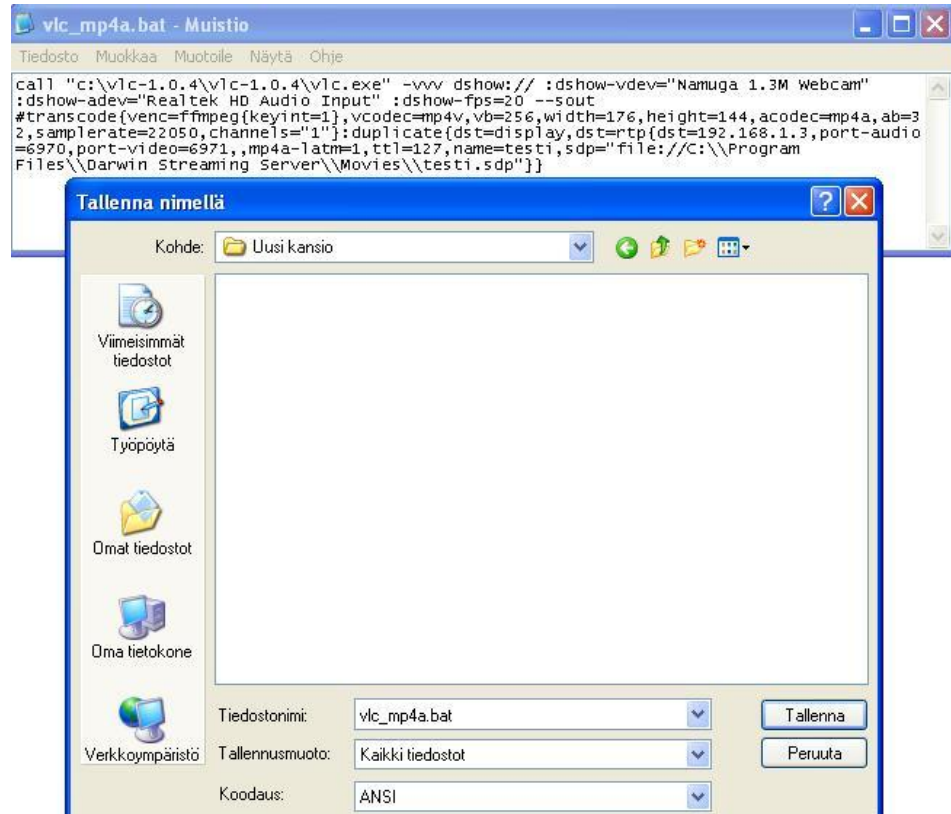


KUVA 12 Ipconfig-kohta

Viimeisenä on muutettava suoratoiston nimi, joka on esimerkissä testi.sdp. Nimeksi kannattaa laittaa hieman omaperäisempi nimi, sillä Darwin Streaming Server -palvelin ei hyväksy samannimisiä tiedostoja. Esim. opetuskäytössä hyvä nimi olisi vaikka opettaja_aihe.sdp, esim. matti-meikäläinen_tietotekniikka.sdp.

Kun tarvittavat muutokset tekstitiedostoon on tehty, tiedosto tallennetaan, ei kuitenkaan .txt- vaan .bat-päätteisenä. Tämä tapahtuu valitsemalla Tiedosto -> Tallenna nimellä. Tiedoston nimeksi laitetaan esim. vlc_mp4.bat,

koska pakkausmenetelmänä käytetään MP4-muotoa. Lopuksi tallennusmuodoksi valitaan 'Kaikki tiedostot'.

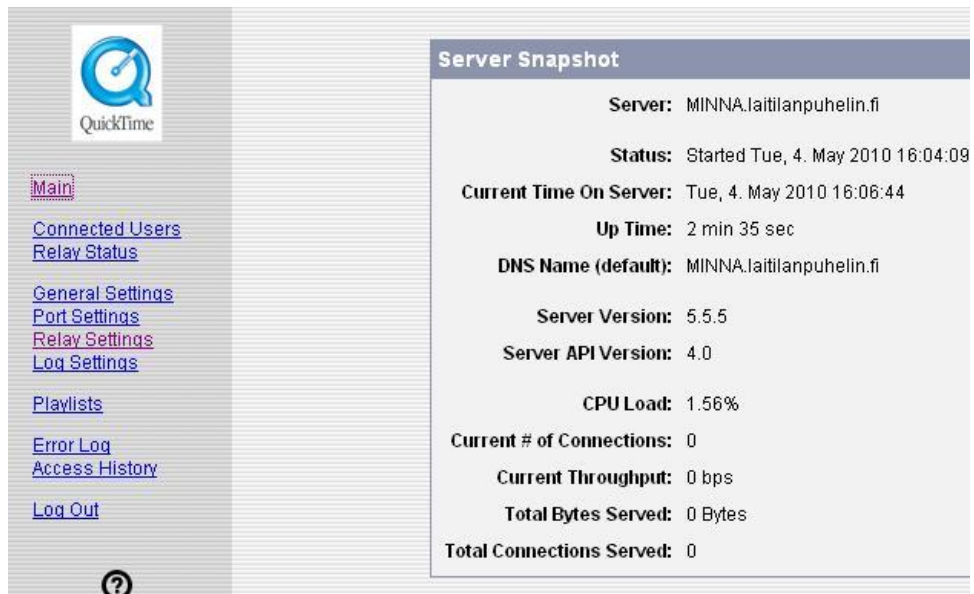


KUVA 13 Tallennus

Tämän jälkeen tuplaklikkaamalla bat-tiedostoa VLC Media Player käynnistyy ja suoratoiston lähetys alkaa.

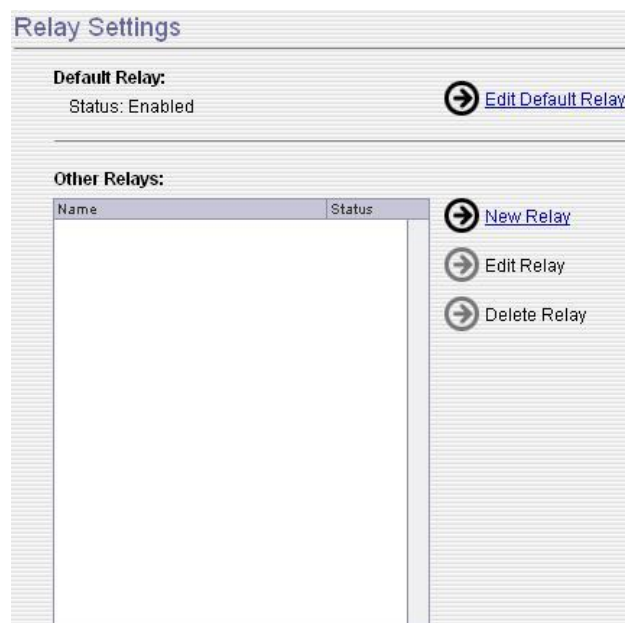
RELAY-TILAN ASETUS DARWIN STREAMING SERVERIIN

Mikäli suoratoiston lähetykseen käytettävä tietokone on NAT:n 'takana', ei suora yhteydenotto suoratoistopalvelimeen välttämättä onnistu. Tällöin palvelin voidaan asettaa edelleen lähetyksen -tilaan, jolloin se lähettää suoratoiston toiselle palvelimelle, johon yhteydenotto onnistuu. Tämä tapahtuu seuraavasti: Käynnistetään palvelin ja kirjaudutaan sisään. Palvelimen päävalikosta valitaan Relay settings.



KUVA 14 Päävalikko

Tämän jälkeen valitaan New relay.



KUVA 15 Relay Settings

Tämän jälkeen lisätään Relay name -kohtaan lähetyksen nimi, esim. sen tiedoston nimi joka halutaan lähettää eteenpäin. Source Settings -asetuksissa Source hostname or IP address -kohtaan asetetaan osoite 127.0.0.1 (127.0.0.1 on kone itse) ja Mount Point -kohtaan sen sdp-tiedoston nimi, joka halutaan edelleen lähettää. Request incoming stream on oletuksena valittu, eikä sitä tarvitse muuttaa. Salasana-kohdat voi myös jättää tyhjiksi.

Destination Settings -asetuksissa Hostname or IP address -kohtaan laitetaan sen tietokoneen IP-osoite, johon suoratoisto halutaan lähettää. Tämän jälkeen valitaan Announced UDP. Mount Point -kohtaan laitetaan sama .sdp-nimi kuin laitettiin jo aiemmin Source Settings -asetuksissa. User Name - ja Password-kohtiin puolestaan laitetaan käyttäjänimi ja salasana, mikäli kohdepalvelimessa on sellaiset käytössä. Tämän jälkeen valitaan Save Settings. Alla olevassa kuvassa on vielä laatikoitu ne kohdat, joihin edellä mainitut asiat lisätään.

Relay Details

Relay Name: untitled

Status: ☒ Enabled

Source Settings

Source Hostname or IP Address: 127.0.0.1

Mount Point:

☒ Request incoming stream

User Name:

Password:

☐ Wait for announced stream(s)

Destination Settings (1 of 1)

Hostname or IP Address:

☐ Announced UDP

Mount Point:

User Name:

Password:

☐ Unannounced UDP

Base Port:

Multicast TTL:

[Remove Destination](#)

[Add Destination](#)

KUVA 16 Relay Details.

Jos esim. VLC Media Playeriä käytetään suoratoiston kaappaamiseen, pitää suoratoiston kaappaus aloittaa ennen kuin palvelin käynnistetään. Jos sdp-tiedostoa ei ole luotu kun palvelin käynnistyy, ei edelleen lähetys ala, vaikka sdp-tiedosto luodaan käynnistytyn jälkeen.